ইঞ্জিনিয়ারিং

মাস্টার প্রশ্নব্যাংক

২০২৬ সংস্করণ

পদার্থবিজ্ঞান

অংশ (ফুল সিলেবাস)

- টপিক অ্যানালাইসিস
- কনসেপ্ট রিভিউ
- প্রিভিয়াস প্রশ্ন-সমাধান
- প্র্যাকটিস প্রবলেম-সমাধান

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রিয় ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তিচ্ছু শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

SSC ও HSC-শিক্ষাজীবনের বড় দুইটি ধাপ তোমরা পার করে এসেছো। এখন তোমাদের সামনে রয়েছে আরো চ্যালেঞ্জিং একটি ধাপ; বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তিযুদ্ধ। মুখস্থ নির্ভর প্রশ্নের গণ্ডি পেরিয়ে কনসেপ্টভিত্তিক [illegible] পরীক্ষা দেওয়া, সময়ের মধ্যে সর্বোচ্চ সংখ্যক সঠিক উত্তর প্রদান, হাজার হাজার শিক্ষার্থীদের মধ্যে নিজের অবস্থান নিশ্চিতকরণ-এরূপ আরো অনেক চ্যালেঞ্জ রয়েছে এই ধাপে। এখানে সফলতা নিশ্চিত করতে [illegible] শিক্ষার্থীর প্রয়োজন বিষয়ভিত্তিক প্রতিটি কনসেপ্টের উপর স্বচ্ছ ধারণা, BUET সহ বিভিন্ন প্রকৌশল বিশ্ববিদ্যালয়ে বিগত বছরগুলোতে ভর্তি পরীক্ষায় আগত প্রশ্নসমূহের উপর পূর্ণ দখল এবং ইঞ্জিনিয়ারিং স্ট্যান্ডার্ড প্রশ্নের পর্যাপ্ত অনুশীলন। তোমাদের প্রস্তুতির সকল পর্যায়ক্রমিক ধাপগুলোকে সহজ করার জন্য **উদ্ভাস** নিয়ে এসেছে **'ইঞ্জিনিয়ারিং মাস্টার প্রশ্নব্যাংক'**।

তোমাদের সুবিধার্থে এই বইয়ের সকল অধ্যায়ের বিষয়বস্তুগুলোকে সাজানো হয়েছে এই প্যাটার্নে

- **টপিক অ্যানালাইসিস:** যা টপিকের গুরুত্ব সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা দিবে।
- **কনসেপ্ট রিভিউ:** যা টপিকভিত্তিক কনসেপ্টগুলোকে ঝালাই করতে সাহায্য করবে।
- **প্রিভিয়াস প্রশ্ন-সমাধান:** যা বিগত বছরগুলোতে বুয়েটসহ অন্যান্য সকল ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষায় আসা হুবহু প্রশ্নের সাথে পরিচিত করার পাশাপাশি সেগুলো সমাধানে তোমাদের দক্ষতা বৃদ্ধি করবে।
- **প্র্যাকটিস প্রবলেম-সমাধান:** প্রতিটি অধ্যায় শেষে তোমাদের অনুশীলনকে শানিত করতে দেওয়া হয়েছে ইঞ্জিনিয়ারিং পরীক্ষার জন্য গুরুত্বপূর্ণ MCQ ও Written প্রশ্ন। অনুশীলনের পর উত্তর যাচাইয়ের জন্য সংযোজন করা হয়েছে সেগুলোর সমাধান। যা তোমাদের প্রস্তুতিকে পরিপূর্ণ করবে।

তোমাদের কাঙ্ক্ষিত বিশ্ববিদ্যালয়ে ভর্তির স্বপ্নে, ভর্তি যাত্রার শুরু থেকে ভর্তি প্রস্তুতির চূড়ান্ত ধাপ পর্যন্ত সম্পূর্ণ পথচলায় এই বইটি অতুলনীয় সহায়ক হবে, এটা আমাদের দৃঢ় বিশ্বাস। তোমাদের ভর্তি প্রস্তুতি সুন্দর হোক, ভর্তি পরীক্ষায় তোমরা তোমাদের কাঙ্ক্ষিত লক্ষ্যে পৌঁছাও, মহান সৃষ্টিকর্তার কাছে এই কামনা করি। তোমাদের সকলের জন্য থাকলো অনেক অনেক দোয়া ও শুভকামনা।

উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

ইঞ্জিনিয়ারিং
মাস্টার প্রশ্নব্যাংক

পদার্থবিজ্ঞান অংশ

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

ফিক্সড প্রাইজ **৯৭৫/-** (নয়শত পঁচাত্তর টাকা মাত্র)

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

উৎসর্গ

বৈষম্যের বিষাক্ত ছায়া সমাজের প্রতিটি স্তরে আঘাত হানে, বর্ণিল স্বপ্নগুলোকে চুরমার করে দিয়ে তৈরি করে অসমতার দেয়াল। এ অন্ধকারের বিরুদ্ধে বুক চিতিয়ে দাঁড়িয়েছিল এদেশের সাহসী শিক্ষার্থীরা, যারা নিজের জীবন বাজি রেখে ন্যায়ের পক্ষে লড়াই করেছে। যাদের চেতনা ছিল অবিচল, যাদের উৎসর্গ ছিল নিঃস্বার্থ। বৈষম্যের বিরুদ্ধে এই সংগ্রামে তারা যে আলোর মশাল প্রজ্বলিত করেছে, সেই আলো প্রজন্ম থেকে প্রজন্মকে পথ দেখিয়ে নিয়ে যাবে বহুদূর।

যারা নিজের জীবন উৎসর্গ করে আমাদের মুক্তির পথ সুগম করেছে, সেই সকল বৈষম্যবিরোধী ছাত্র আন্দোলনের শহিদদের তরে...

আমাদের সর্বোচ্চ চেষ্টা সত্ত্বেও এই বইয়ে যদি কোনো ত্রুটি থেকে যায় সেগুলো সম্পর্কে আমাদের জানাতে নিচের

QR কোডটি স্ক্যান করো।

এই বইটির সংশোধন সম্পর্কে আপডেট পেতে নিচের

QR কোডটি স্ক্যান করো।

ইঞ্জিনিয়ারিং মাস্টার প্রশ্নব্যাংক

পদার্থবিজ্ঞান (অংশ)

“পদার্থবিজ্ঞান মাস্টার প্রশ্নব্যাংক” তৈরিতে যেসব লেখকের মূল বইয়ের সাহায্য নেওয়া হয়েছে-

১। প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার
২। ড. শাহজাহান তপন স্যার
৩। প্রামাণিক স্যার
৪। সেলু স্যার
৫। তফাজ্জল স্যার

সূচিপত্র

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র

ফুল সিলেবাস
২০২৬

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
	অধ্যায়-০১: ভৌত জগৎ ও পরিমাপ (০২-০৭)	
T-01	মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই	০২
T-02	পরিমাপের ত্রুটি	০৩
T-03	স্ক্রু-গজ, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্ফেরোমিটার ও নিক্তি	০৪
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	০৫
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	০৬
	অধ্যায়-০২: ভেক্টর (০৮-২৯)	
T-01	ভেক্টরের লব্ধির সামান্তরিক সূত্র	০৯
T-02	অবস্থান ভেক্টরের লম্বাংশ ও লম্বাংশ উপপাদ্যের প্রয়োগ	১০
T-03	নদী ও নৌকা	১২
T-04	আপেক্ষিক বেগ	১৪
T-05	অবস্থান ভেক্টর ও সরণ ভেক্টর নির্ণয়	১৭
T-06	ভেক্টরের ডট গুণন	১৮
T-07	ভেক্টরের ক্রস গুণন	২০
T-08	গ্রেডিয়েন্ট, ডাইভারজেন্স এবং কার্ল	২২
T-09	বিবিধ	২৩
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৩
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৫
	অধ্যায়-০৩: গতিবিদ্যা (৩০-৫৩)	
T-01	গতির সমীকরণ	৩১
T-02	গতিবিদ্যায় ক্যালকুলাসের প্রয়োগ	৩৭
T-03	উল্লম্ব গতি ও গ্যালিলিও এর সূত্র	৩৮
T-04	প্রক্ষেপক/প্রাস	৪৩
T-05	বৃত্তকার গতি	৪৭
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪৯
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৫০
	অধ্যায়-০৪: নিউটনিয়ান বলবিদ্যা (৫৪-৮৭)	
T-01	নিউটনের সূত্র	৫৫
T-02	ঘর্ষণ	৫৮
T-03	যুক্ত বস্তুর ত্বরণ	৬১
T-04	লিফট	৬২
T-05	বলের ঘাত	৬৩
T-06	ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ	৬৪
T-07	রকেটের গতি	৬৭
T-08	জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ	৬৭
T-09	টর্ক নির্ণয়	৭০
T-10	কৌণিক ভরবেগ ও এর সংরক্ষণ সূত্র	৭১
T-11	ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি	৭৩
T-12	অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার গতি	৭৫
T-13	উল্লম্ব তলে সুষম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর গতি	৭৬
T-14	রাস্তার ব্যাংকিং নির্ণয়	৭৭

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
T-15	ভরকেন্দ্রের স্থানাঙ্ক	৭৯
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৭৯
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৮১
	অধ্যায়-০৫: কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা (৮৮-১১৩)	
T-01	কৃতকাজ	৮৯
T-02	পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ	৯১
T-03	স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ	৯২
T-04	কাজ-শক্তি উপপাদ্য, ঘর্ষণ বল ও গড় বাধাদানকারী বল	৯৩
T-05	ভারকেন্দ্রের সরণ	৯৬
T-06	কুয়া ও চৌবাচ্চা	৯৭
টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
T-07	বিভবশক্তি ও গতিশক্তি	৯৯
T-08	শক্তির সংরক্ষণশীলতা	১০২
T-09	ক্ষমতা	১০৪
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	১০৮
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	১০৯
	অধ্যায়-০৬: মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ (১১৪-১৩৬)	
T-01	বিন্দু ভরের বস্তুর মধ্যে মহাকর্ষ বল ও প্রাবল্য	১১৫
T-02	অভিকর্ষজ ত্বরণ	১১৬
T-03	মহাকর্ষীয় বিভব	১১৯
T-04	বিভিন্ন ধরনের গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব	১২০
T-05	মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি	১২১
T-06	মুক্তিবেগ	১২৩
T-07	উপগ্রহের গতি	১২৪
T-08	কেপলারের সূত্র	১২৮
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৩০
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৩১
	অধ্যায়-০৭: পদার্থের গাঠনিক ধর্ম (১৩৭-১৫৭)	
T-01	ইয়ং গুণাঙ্ক, দৈর্ঘ্য পীড়ন ও বিকৃতি	১৩৮
T-02	আয়তন পরিবর্তন ও বিকৃতি	১৪২
T-03	দৃঢ়তার গুণাঙ্ক/কাঠিন্যের গুণাঙ্ক/ব্যবর্তন গুণাঙ্ক/মোচড় গুণাঙ্ক	১৪৩
T-04	পয়সনের অনুপাত	১৪৪
T-05	অসহ পীড়ন	১৪৫
T-06	কৃতকাজ	১৪৫
T-07	সান্দ্রতা এবং স্টোকসের সূত্র	১৪৭
T-08	পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি	১৫০
T-09	কৈশিকতা ও স্পর্শ কোণ	১৫২
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৫৪
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৫৫

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
	অধ্যায়-০৮: পর্যাবৃত্ত গতি (১৫৮-১৮১)	
T-01	সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সমীকরণ	১৫৯
T-02	সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির শক্তি	১৬৫
T-03	উল্লম্ব স্প্রিং	১৬৭
T-04	স্প্রিং এর সমবায়	১৬৯
T-05	সরল দোলক	১৭০
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৭৭
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৭৮
	অধ্যায়-০৯: তরঙ্গ (১৮২-২০১)	
T-01	তরঙ্গবেগ, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য	১৮৩
T-02	অগ্রগামী তরঙ্গ	১৮৫
T-03	উপরিপাতন	১৮৭
T-04	স্থির তরঙ্গ	১৮৮
T-05	বীট (স্বরকম্প)	১৯০

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
T-07	তরঙ্গের তীব্রতা, শব্দোচ্চতা ও তীব্রতা লেভেল	১৯১
T-08	টানা তারে কম্পন	১৯৪
T-09	এক/দুইমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পন	১৯৬
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৯৮
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	১৯৮
	অধ্যায়-১০: আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব (২০২-২১৮)	
T-01	বয়েল, চার্লস ও চাপের সূত্র	২০৩
T-02	PV = nRT এবং বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগাড্রোর সমন্বয় সূত্র	২০৫
T-03	বর্গমূল গড় বর্গবেগ	২০৮
T-04	গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি	২১০
T-05	গড় মুক্তপথ	২১১
T-06	আপেক্ষিক আর্দ্রতা	২১২
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	২১৪
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	২১৫

সূচিপত্র পদার্থবিজ্ঞান ২য় পত্র

ফুল সিলেবাস
২০২৬

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
	অধ্যায়-০১: তাপগতিবিদ্যা (২২০-২৪৭)	
T-01	বিভিন্ন তাপমাত্রিক স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক	২২১
T-02	তাপমাত্রিক ধর্ম ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ	২২২
T-03	ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার	২২২
T-04	অন্তঃস্থ শক্তি	২২৩
T-05	কৃতকাজ	২২৪
T-06	তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র	২২৫
T-07	শক্তির রূপান্তর	২২৬
T-08	মোলার আপেক্ষিক তাপ (C_p, C_v)	২২৭
T-09	তাপগতীয় প্রক্রিয়া	২২৮
T-10	তাপীয় ইঞ্জিন	২৩১
T-11	কার্নো ইঞ্জিন ও কার্নো চক্র	২৩২
T-12	রেফ্রিজারেটর	২৩৫
T-13	এনট্রপি	২৩৬
T-14	ক্যালরিমিতির মূলনীতি	২৩৮
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৪২
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৪৩
	অধ্যায়-০২: স্থির তড়িৎ (২৪৮-২৭৬)	
T-01	স্থির তড়িৎ বল ও প্রাবল্য	২৪৯
T-02	গাউসের সূত্র ও এর সাহায্যে প্রাবল্য নির্ণয়	২৫২
T-03	তড়িৎ বিভব	২৫৪
T-04	গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য ও তড়িৎ বিভব নির্ণয়	২৫৫
T-05	তড়িৎ বিভবশক্তি	২৫৭
T-06	বিভব ও প্রাবল্যের সম্পর্ক	২৫৮

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
T-07	তড়িৎ দ্বিমেরু	২৫৯
T-08	ধারক	২৬০
T-09	সমান্তরাল পাত ধারক	২৬৩
T-10	বিবিধ	২৬৮
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৬৮
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	২৭০
	অধ্যায়-০৩: চল তড়িৎ (২৭৭-৩১৩)	
T-01	রোধ	২৭৮
T-02	রোধের শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়	২৮১
T-03	তড়িৎ প্রবাহ	২৮২
T-04	বর্তনীতে ওহমের সূত্র	২৮৩
T-05	তড়িচ্চালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ	২৮৬
T-06	বিভব বিভাজন নীতি ও তড়িৎ প্রবাহ বিভাজন নীতি	২৮৭
T-07	অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার	২৮৮
T-08	অ্যামিটারের পাল্লা বিবর্ধন	২৮৯
T-09	ভোল্টমিটারের পাল্লা বিবর্ধন	২৯১
T-10	তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপশক্তি ও তড়িৎ ক্ষমতা	২৯১
T-11	বিদ্যুৎ বিল	২৯৪
T-12	বাল্ব রেটিং	২৯৬
T-13	কোষের সমবায়	২৯৮
T-14	কার্শফের সূত্র	২৯৯

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
T-15	হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি	৩০২
T-16	মিটার ব্রিজ	৩০৩
T-17	বিবিধ	৩০৪
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩০৪
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩০৬
অধ্যায়-০৪: তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব (৩১৪-৩৩১)		
T-01	চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব/ চৌম্বকক্ষেত্র	৩১৫
T-02	চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর বল	৩১৮
T-03	হল বিভব	৩২০
T-04	লরেঞ্জ বল	৩২২
T-05	চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত তড়িৎবাহী তারের উপর প্রযুক্ত বল	৩২২
T-06	চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক	৩২৩
T-07	ইলেকট্রনের গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র	৩২৪
T-08	ভূ-চৌম্বকত্ব	৩২৫
T-09	চুম্বক ও চৌম্বক পদার্থ	৩২৬
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩২৭
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩২৮
অধ্যায়-০৫: তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ (৩৩২-৩৪২)		
T-01	ফ্যারাডের সূত্র ও লেঞ্জের সূত্র	৩৩২
T-02	স্বকীয় আবেশ	৩৩৪
T-03	পারস্পরিক আবেশ	৩৩৬
T-04	দিক পরির্বতী প্রবাহ	৩৩৬
T-05	ট্রান্সফর্মার	৩৩৯
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৪০
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৪১
অধ্যায়-০৬: জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান (৩৪৩-৩৬৩)		
T-01	আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, প্রতিসরণাঙ্ক ও সংকট কোণ	৩৪৪
T-02	প্রিজমে প্রতিসরণ	৩৫০
T-03	গোলীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরণ, লেন্স ও রৈখিক বিবর্ধন	৩৫১
T-04	লেন্সের ক্ষমতা ও তুল্য লেন্স	৩৫৪
T-05	অণুবীক্ষণ যন্ত্র	৩৫৬
T-06	নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র	৩৫৮
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৬০
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৬১
অধ্যায়-০৭: ভৌত আলোকবিজ্ঞান (৩৬৪-৩৮১)		
T-01	তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ	৩৬৫
T-02	ব্যতিচার	৩৬৬
T-03	অপবর্তন	৩৭১
T-04	সমবর্তন	৩৭৫
T-05	তরঙ্গের উপরিপাতন ও তীব্রতা	৩৭৬
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৭৭
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৩৭৮

টপিক	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
অধ্যায়-০৮: আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা (৩৮২-৪০৬)		
T-01	দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের আপেক্ষিকতা	৩৮৩
T-02	শক্তি ভর ও শক্তির রূপান্তর	৩৮৭
T-03	ফোটন	৩৮৯
T-04	এক্স রশ্মির নির্গমন	৩৯২
T-05	ফটোতড়িৎ ক্রিয়া	৩৯৩
T-06	ডি ব্রগলি তরঙ্গ এবং কণার ভরবেগ	৩৯৯
T-07	কম্পটন প্রভাব ও হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি	৩৯৯
T-08	বিবিধ	৪০১
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪০১
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪০২
অধ্যায়-০৯: পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান (৪০৭-৪২৩)		
T-01	হাইড্রোজেন পরমাণুর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, ইলেকট্রনের রৈখিক ও কৌণিক বেগ, কৌণিক ভরবেগ ইত্যাদি	৪০৮
T-02	হাইড্রোজেন কক্ষপথে ইলেকট্রনের স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি ও মোট শক্তি	৪০৯
T-03	ফোটনের কম্পাঙ্ক	৪১০
T-04	তেজস্ক্রিয়তা	৪১০
T-05	ভরত্রুটি ও বন্ধন শক্তি	৪১৫
T-06	নিউক্লিয় ফিশন ও ফিউশন	৪১৬
T-07	বিবিধ	৪১৮
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪১৯
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪২০
অধ্যায়-১০: সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স (৪২৪-৪৪১)		
T-01	ডায়োড	৪২৫
T-02	গতীয় রোধ	৪২৭
T-03	রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক	৪২৮
T-04	ট্রানজিস্টর	৪২৯
T-05	ট্রানজিস্টরে কার্শফের সূত্রের প্রয়োগ	৪৩৩
T-06	ডেসিমাল থেকে বাইনারিতে	৪৩৫
T-07	লজিক গেইট	৪৩৫
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪৩৭
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪৩৮
অধ্যায়-১১: জ্যোতির্বিজ্ঞান (৪৪২-৪৪৬)		
T-01	মহাবিশ্বের সৃষ্টি, সম্প্রসারণ ও হাবল বিধি	৪৪২
T-02	মহাবিশ্বের মূল বস্তু, সৌর ঔজ্জ্বল্য ও কৃষ্ণগহ্বর	৪৪৩
T-03	বিবিধ	৪৪৪
	MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪৪৫
	Written প্র্যাকটিস প্রবলেম	৪৪৫

পদার্থবিজ্ঞান
১ম পত্র

অধ্যায় ০১

ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই	14	-	BUET’24-25, 23-24, 09-10; RUET’12-13, 11-12, 10-11; CUET’13-14; BUTEX’14-15, 10-11; SUST, 25-26, 24-25, 10-11;	-
✪	**T-02:** পরিমাপের ত্রুটি	05	-	BUET’24-25, 23-24; SUST’24-25; CKRUET’22-23; IUT’20-21	-
✪✪	**T-03:** স্ক্রু-গজ, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্ফেরোমিটার	06	01	BUET'22-23, 21-22, 09-10; KUET’06-07; RUET'24-25; BUTEX’17-18	RUET’25-26

T-01: মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে। পদার্থবিজ্ঞানের অন্যতম তিনটি মৌলিক রাশি হলো দৈর্ঘ্য, ভর এবং সময়। এদের মাত্রা যথাক্রমে L, M এবং T।

◆ [ভরবেগ] = [ভর] × [বেগ] = MLT^{-1}

◆ [বলের ভ্রামক] = [বল] × [লম্ব দূরত্ব] = ML^2T^{-2}

◆ [বেগ-অবক্রম] = $\frac{[\text{বেগ}]}{[\text{দূরত্ব}]} = \frac{LT^{-1}}{L} = T^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. এক আলোকবর্ষ সমান কত km? **[SUST'25-26]**

(a) 4.23×10^{10} (b) 9.46×10^{10}
(c) 9.46×10^{12} (d) 4.23×10^{12} ⓒ

Sol^n: 1 Light year
$= (3 \times 10^8) \times (3600 \times 24 \times 365)$ m
$= 9.46 \times 10^{15}$ m $= 9.46 \times 10^{12}$ km.

02. টর্কের মাত্রা কী? **[BUET, SUST’24-25]**

(a) MLT^{-2} (b) ML^2T^{-2}
(c) ML^3T^{-1} (d) None ⓑ

Sol^n: $Nm = kg\,ms^{-2}.m = kgm^2s^{-2}$
$[\tau] = [ML^2\,T^{-2}]$

03. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G এর মাত্রা কত? **[BUET’24-25, 23-24; RUET’10-11; BUTEX’10-11]**

(a) ML^3T^{-2} (b) ML^3T^2
(c) $M^{-1}L^3T^{-2}$ (d) $M^{-1}L^{-3}T^2$ ⓒ

Solⁿ: G এর একক $= Nm^2kg^{-2}$
$= kg\,ms^{-2}m^2kg^{-2}$
$= kg^{-1}m^3s^{-2}$
$\therefore [G] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$

04. টর্কের মাত্রা ও বলের মাত্রার অনুপাত কত? **[BUTEX'14-15]**
(a) MLT^{-2} (b) L
(c) ML^2T^{-2} (d) ML^{-1} ⓑ

Solⁿ: $\frac{[\tau]}{[F]} = \frac{ML^2T^{-2}}{MLT^{-2}} = L$

05. তাপধারণ ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ কোনটি? **[CUET'13-14, RUET'12-13]**
(a) $ML^2T^{-1}\theta^{-2}$ (b) $ML^2T^{-2}\theta^{-1}$
(c) $ML^{-1}T^{-2}\theta^{-1}$ (d) $ML^{-2}T^{-2}\theta^{-1}$
(e) $ML^{-1}T^{-1}\theta^{-1}$ ⓑ

06. বলের মাত্রার সমীকরণ কোনটি? **[RUET'12-13]**
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[MLT]$
(c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[MLT^{-3}]$
(e) $[MLT^{-4}]$ ⓐ

Solⁿ: বল = ভর × ত্বরণ
$= [M] \times [LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$

07. টর্কের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? **[RUET'11-12]**
(a) $[ML^2T^2]$ (b) $[ML^{-2}T^2]$
(c) $[ML^2T^{-2}]$ (d) $[ML^{-2}T^{-2}]$
(e) $[MLT^{-2}]$ ⓒ

Solⁿ: $|\vec{\tau}| = |\vec{r}||\vec{F}| \sin\theta$
$\therefore [\tau] = [L][MLT^{-2}] = [ML^2T^{-2}]$

08. নিচের কোনটি মাত্রাগতভাবে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সমতুল্য? **[RUET'11-12]**
(a) Stress (b) Strain
(c) Surface tension (d) Acceleration
(e) None ⓐ

Solⁿ: স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক = $\frac{\text{stress}}{\text{strain}}$
বিকৃতির মাত্রা নেই, তাই [স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক] = [stress]

09. বল ও শক্তির মাত্রা যথাক্রমে- **[BUET'09-10]**
(a) LT^{-2}এবং MLT^{-2}
(b) MLT^{-2} এবং ML^2T^{-2}
(c) LT^{-2} এবং ML^2T^{-2}
(d) MLT^{-2} এবং $ML^{-2}T^{-3}$ ⓑ

T-02: পরিমাপের ত্রুটি

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ x একটি পরিমাপযোগ্য ভৌত রাশি এবং y ও z রাশি দুইটির সাথে $x = y^m z^n$ সমীকরণ দ্বারা সম্পর্কযুক্ত। যদি y ও z পরিমাপ করার সময় সম্ভাব্য সর্বোচ্চ ভুল যথাক্রমে $\pm \delta y$ এবং $\pm \delta z$ হয়, তাহলে x এর সর্বোচ্চ ত্রুটির মান $\pm \delta x$ ।

∴ সর্বোচ্চ সম্ভাব্য আনুপাতিক ত্রুটি, $\left(\frac{\delta x}{x}\right)_{max} = |m|\left(\frac{\delta y}{y}\right) + |n|\left(\frac{\delta z}{z}\right)$

◆ আপেক্ষিক ত্রুটি: $\delta x = \frac{|\Delta x|}{\bar{x}} = \frac{\text{গড় পরম ত্রুটি}}{\text{গড়মান}}$

◆ শতকরা ত্রুটি: $\delta \bar{x} = \frac{|\Delta x|}{\bar{x}} \times 100\%$ = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. ইয়ংয়ের গুণাঙ্কের মাত্রা কী?
[BUET'24-25; SUST'24-25]
(a) $ML^{-1}T^{-2}$ (b) $M^{-1}LT^{-2}$
(c) MLT^{-2} (d) MLT^{-1} ⓐ

Solⁿ: Y এর একক $= Pa = Nm^{-2}$
$= kgms^{-2} \cdot m^{-2} = kgm^{-1}s^{-2}$
∴ মাত্রা $= ML^{-1}T^{-2}$

02. গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে শতকরা ত্রুটি 2% হলে আয়তন পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? **[BUET'23-24]**
(a) 6% (b) 8% (c) 10% (d) 12% ⓐ

Solⁿ: $\frac{\Delta V}{V} = 3 \times \frac{\Delta r}{r} = 3 \times 2\% = 6\%$

03. একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.88\ ms^{-2}$ নির্ণয় করল। অপরদিকে যখন সে 0.01 kg ভরের কোনো বাটখারাকে স্প্রিং নিক্তিতে ঝুলিয়ে দিল তখন 0.0980 N বল দেখাচ্ছে। তার পরীক্ষালব্ধ অভিকর্ষজ ত্বরণের ত্রুটি নির্ণয় কর। **[CKRUET'22-23]**
(a) −0.716 % (b) −0.102%
(c) −0.816% (d) 0.102%
(e) −0.916% ⓒ

Solⁿ: স্প্রিং নিক্তির পাঠ অনুসারে,

$g = \frac{F}{m} = \frac{0.0980}{0.01} = 9.8\ ms^{-2}$

এখানে, পরীক্ষালব্ধ মান $= 9.88\ ms^{-2}$

$\therefore$ ত্রুটি $= \left(\frac{9.8-9.88}{9.8} \times 100\right)\% = -0.816\ \%$

04. Length of a simple pendulum, $l = 100.0 \pm 0.5$ cm, and time period, $T = (2.00 \pm 0.01)$ s. Determine the percentage of error in acceleration due to gravity 'g'. (একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য, $l = 100.0 \pm 0.5$ cm এবং পর্যায়কাল, $T = (2.00 \pm 0.01)$ s। অভিকর্ষজ ত্বরণ g নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটির পরিমাণ নির্ণয় কর।)

(a) ±1.5% (b) ±2.0% [IUT'20-21]
(c) ±1.05% (d) ±1.75% ⓐ

Solⁿ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^3} = \frac{L}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

শতকরা ত্রুটির সূত্র অনুসারে,

$\frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% + 2\frac{\Delta T}{T} \times 100\%$

$= \pm\left(\frac{0.5}{100} \times 100\% + 2 \times \frac{0.01}{2} \times 100\%\right)$

$= \pm(0.5\% + 1\%) = \pm 1.5\%$

T-03: স্ক্রু-গজ, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্ফেরোমিটার

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \left(\frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}\right)$

[এখানে, d = স্ফেরোমিটারে তিন পায়ের গড় দূরত্ব এবং h = তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা বা নিম্নতা।]

◆ স্লাইড ক্যালিপার্সের পাঠ $= M + V \times VC - (\pm e)$

[এখানে, M = প্রধান স্কেল পাঠ, V = ভার্নিয়ার সমপাতন, VC = ভার্নিয়ার ধ্রুবক]

◆ স্ক্রুগজের পাঠ $= L + C \times LC - (\pm e)$ [এখানে, L = রৈখিক স্কেল পাঠ, C = বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা, LC = লঘিষ্ঠ গণন ±e = যান্ত্রিক ত্রুটি]

◆ **লঘিষ্ঠ গণন:** কোনো যন্ত্রের সাহায্যে ন্যূনতম যে পরিমাণ মাপা সম্ভব তাকে ঐ যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলে।

$\therefore$ লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

◆ ভার্নিয়ার ধ্রুবক = প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান − ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি স্ফেরোমিটারের পরিধি 100 টি সমান দাগে চিহ্নিত করা হয়েছে এবং গোলাকৃতি স্কেলের একটি পূর্ণ আবর্তনে প্রধান স্কেল 1.5 mm এগিয়ে যায়। স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক কত? [RUET'24-25]

(a) 0.00015 cm (b) 0.0015 cm
(c) 0.0115 cm (d) 0.00105 cm
(e) 0.015 cm ⓑ

Solⁿ: লঘিষ্ঠ ধ্রুবক $= \frac{1.5\ mm}{100} = 0.015\ mm$

$= 0.0015\ cm$

02. স্ক্রু গজের পিচ 0.05cm এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা 50 হলে, লঘিষ্ঠ গণনের মান কত? [BUET'22-23]

(a) 0.01 mm (b) 0.02 mm
(c) 0.05 mm (d) 0.1 mm ⓐ

Solⁿ: লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা}}$

$= \frac{0.05 \times 10}{50} = \frac{0.5}{50} = \frac{5}{500} = 0.01mm$

03. কোনো স্ফেরোমিটারের যেকোনো দুই পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব যথাক্রমে 51 mm, 47 mm, 52 mm। যদি একটি সমতলোত্তল লেন্সের বক্রতলের উচ্চতা সমতল পৃষ্ঠ থেকে 3.82 mm হয়, তবে লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ কত? [BUET'21-22]

(a) 11.985 mm (b) 110.986 mm
(c) 110.985 mm (d) None ⓒ

Solⁿ: $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}\left[d = \frac{51+47+52}{3} = 50\ mm\right]$

$\Rightarrow R = 110.985\ mm\ \ [h = 3.82\ mm]$

04. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল স্কেলের 99 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 100 ভাগের সমান। ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান কত? [BUTEX'17-18]

(a) 0.01 (b) 0.001 (c) 0.1 (d) 0.0001 ⓐ

Sol^n: ভার্নিয়ার স্কেলের 100 ভাগ = স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল স্কেলের 99 ভাগ

ভার্নিয়ার স্কেলের 1 ভাগ = স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল স্কেলের $\frac{99}{100} = 0.99$ ভাগ

$\therefore$ ভার্নিয়ার ধ্রুবক $= 1 - 0.99 = 0.01$

05. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্র ঘরের মান 1 mm এবং ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ঘর প্রধান স্কেলের 9 ঘরের সমান। এই স্কেলের ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত? **[BUET'09-10; KUET'06-07]**

(a) 0.01 cm (b) 0.01 mm
(c) 0.05 cm (d) 0.05 mm ⓐ

Sol^n: ভার্নিয়ার ধ্রুবক $= \frac{s}{n} = \frac{1\text{mm}}{10}$
$= 0.1\text{mm} = 0.01$ cm

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমূহ

01. একটি স্ফেরোমিটারের সাহায্যে উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করে পাওয়া গেল 3.16 cm। সমতল কাচপাত ও উত্তল লেন্সের উপর বসিয়ে পাঠ পাওয়া যায় যথাক্রমে 0.06 mm ও 3.26 mm। স্ফেরোমিটারের তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব নির্ণয় করো। [RUET'25-26]

Sol^n: এখানে,

$R = 3.16 = 31.6$ mm

$h = 3.26 - 0.06 = 3.2$mm

$\therefore R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} \Rightarrow 31.6 \times 10 = \frac{d^2}{6\times3.2} + \frac{3.2}{2}$

$\therefore d = 24$ mm **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ সমীকরণে a-এর মাত্রা কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^5T^{-2}]$
(c) $[ML^2T^{-1}]$ (d) $[ML^3T^{-2}]$

02. একটি তারের প্রবাহমাত্রা (2.5 ± 0.5)A এবং দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য (40 ± 1)V। তারটির রোধ- [ইস্হাক স্যার]

(a) $(16 \pm 1.0)\Omega$ (b) $(16 \pm 3.6)\Omega$
(c) $(16 \pm 3)\Omega$ (d) $(16 \pm 0.5)\Omega$

03. একটি প্রাকৃতিক রাশির ফর্মূলা $Y = \frac{a^2b^3}{c\sqrt{d}}$ হলে এবং যদি a, b, c ও d-এর শতকরা ত্রুটির মান যথাক্রমে 4, 3, 2 এবং 1 হয় তবে Y পরিমাপে শতকরা ত্রুটির পরিমাণ কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 13.5% (b) 14.5%
(c) 12.5% (d) কোনোটিই নয়

04. স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 50। স্কেলটিকে এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেলে সরণ হয় 0.5 mm। লঘিষ্ঠ গণন কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 0.01 mm (b) 0.01 cm
(c) 0.25 mm (d) 0.50 mm

05. $x = 3u^3$ হলে x নির্ণয়ের আনুপাতিক ত্রুটি কত? [তপন স্যার]

(a) $\frac{\Delta u}{u}$ (b) $\frac{3\Delta u}{u}$ (c) $\frac{(\Delta u)^3}{u}$ (d) $3\left(\frac{\Delta u}{u}\right)^3$

06. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের 39 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 40 ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের এক ভাগের মান 1.00 mm। ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত? [সেলু স্যার]

(a) 0.010 mm (b) 0.020 mm
(c) 0.025 mm (d) 0.100 mm

07. চাপের মাত্রার সাথে নিম্নের যে রাশিটির মাত্রার মিল আছে তা হল– [তফাজ্জল স্যার]

(a) একক আয়তনে বল (b) একক আয়তনে শক্তি
(c) বল (d) শক্তি

08. $\frac{1}{\mu_0\epsilon_0}$ এর মাত্রা কত? [μ_0 = চৌম্বক প্রবেশ্যতা এবং ϵ_0 = তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা]

(a) $[L^{-1}T]$ (b) $[L^2T^2]$ (c) $[L^2T^{-2}]$ (d) $[LT^{-1}]$

09. সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য L এবং পর্যায়কাল T পরিমাপে ত্রুটি যথাক্রমে 1% ও 2%। এই দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষজ ত্বরণ g নির্ণয়ে ত্রুটির পরিমাণ কত?

(a) 2% (b) 3% (c) 4% (d) 5%

10. কোনো স্থানে g এর মান 9.8 ms^{-2}। একজন ছাত্র ঐ স্থানে পরীক্ষাগারে g এর মান 9.79 ms^{-2} নির্ণয় করলে কোনটি সঠিক?

(a) প্রকৃত মান = 9.79 ms^{-2}

(b) পরম ত্রুটি = 0.01 ms^{-2}

(c) শতকরা ত্রুটি = 0.01% (d) b & c উভয়ই

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. b	03. d	04. a	05. b
06. c	07. b	08. c	09. d	10. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি গোলকের পরিমাপ্য ব্যাসার্ধ, $R = (5.3 \pm 0.1)$ m হলে আয়তনের শতকরা ত্রুটি নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] **[Ans: 5.66%]**

02. একটি স্ক্রু গজের চক্রাকার স্কেলটি 100টি সমানভাগে বিভক্ত। এর স্ক্রু পিচ 1 mm। দেখা গেল স্ক্রু গজটির যান্ত্রিক ত্রুটি -0.02 mm। যন্ত্রটির সাহায্যে একটি তারের ব্যাস পরিমাপের সময় দেখা গেল, মূল স্কেলের পাঠ = 2 mm এবং চক্রাকার স্কেলের পাঠ = 28। তারটির সঠিক ব্যাস কত?
[ইসহাক স্যার] **[Ans: 2.30 mm]**

03. একটি বস্তুর ভর পরিমাপ করে পাওয়া গেল (90 ± 0.001) g এবং আয়তন পরিমাপ করে পাওয়া গেল $(9 \pm 0.1)\ \text{cm}^3$। বস্তুটির ঘনত্ব কত? বস্তুটির ঘনত্ব নির্ণয়ে পরম ত্রুটির পরিমাণ কত? ঘনত্ব নির্ণয়ে আনুপাতিক ও শতকরা ত্রুটি নির্ণয় কর।
[ইসহাক স্যার] **[Ans: 10 g cm^{-3}, 0.111222 g cm^{-3}, 0.0111222, 1.11222%]**

04. আনিস স্ফেরোমিটারের সাহায্যে একটি উত্তল লেন্সের উচ্চতা পরিমাপ করে গড় উচ্চতা 5.21 cm এবং সমতল কাচ প্লেটের উচ্চতা 0.25 cm পেল। স্ফেরোমিটারের তিন পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব যথাক্রমে 6.3 cm, 6.5 cm ও 6.4 cm।
উত্তল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। লেন্সের গভীরতা ও কাচ প্লেটের উচ্চতা একই। [ইসহাক স্যার] **[Ans: 3.86 cm]**

05. দুটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রত্যেকটির প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য 1 mm। যন্ত্রদ্বয়ের ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ও 50 ভাগ যথাক্রমে প্রধান স্কেলের 19 ও 49 ভাগের সমান। 2.1 cm প্রকৃত ব্যাসের একটি গোলকের ব্যাস পরিমাপ করা হলো। কোন স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে সূক্ষ্মতর পাঠ পাওয়া যাবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। [তপন স্যার]
[Ans: যেহেতু, $\delta_2 < \delta_1$; সেহেতু দ্বিতীয় স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা প্রাপ্ত মান সূক্ষ্মতর হবে।]

06. একজন শিক্ষার্থী স্ফেরোমিটারের সাহায্যে একটি উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের পরীক্ষায় সমতল কাচপাতের ওপর বসিয়ে পাঠ পেল 0.05 mm। উত্তল লেন্সটির ওপর বসিয়ে পাঠ পেল 3.25 mm। স্ফেরোমিটারের পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 2.4 cm হলে উত্তল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।
[তপন স্যার] **[Ans. 0.0316 m]**

07. একটি সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ ও উচ্চতা প্রকৃত মাপের চেয়ে যথাক্রমে 5% বেশি এবং 5% কম হয়। সিলিন্ডারটির আয়তন পরিমাপে কীরূপ ভুল হবে? **[Ans: ≈ 5% ভুল হবে]**

08. একটি ধারকের ধারকত্ব $C = (2.5 \pm 0.1)\mu\text{F}$। ওই ধারককে $V = (25 \pm 0.2)\text{Volt}$ বিভবে আহিত করা হলে ধারকটিতে সঞ্চিত আধান কত? সঞ্চিত আধানের শতকরা ত্রুটি ও পরম ত্রুটি নির্ণয় করো।
[Ans: $(6.25 \pm 0.3) \times 10^{-5}$C, 4.8%, 0.3×10^{-5} C]

09. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্র ঘরের মান 1 mm এবং ভার্নিয়ার স্কেলের 40 ঘর প্রধান স্কেলের 39 ঘরের সমান। এই স্কেলের ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত?
[Ans: 0.0025 cm]

10. এক প্রস্থ কাগজের দৈর্ঘ্য (297 ± 1) mm ও প্রস্থ (209 ± 1) mm। দৈর্ঘ্যের শতকরা অনিশ্চয়তা ও অনিশ্চয়তাসহ ক্ষেত্রফল কত?
[Ans: 0.337%, $(6.21 \pm 0.05)10^4\ \text{mm}^2$]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (b);** $\frac{a}{V^2}$ এর একক = Pa
$\therefore$ a এর একক $= \text{Pa}(\text{m}^3)^2 = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\text{m}^6 = \text{kgms}^{-2} \times \text{m}^4 = \text{kgm}^5\text{s}^{-2}$
$\therefore [a] = [\text{ML}^5\text{T}^{-2}]$

02. **Sol^n: (b);** $R = \frac{V}{I} = \frac{40}{2.5}\Omega = 16\ \Omega$
$\therefore \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I}$
$\Rightarrow \frac{\Delta R}{16} = \frac{1}{40} + \frac{0.5}{2.5}$
$\Rightarrow \Delta R = \left(\frac{2}{5} + \frac{16}{5}\right) = 3.6\ \Omega$
$\therefore$ তারটির রোধ $= (R \pm \Delta R) = (16 \pm 3.6)\Omega$

03. **Sol^n: (d);** $\frac{\Delta Y}{Y} = |2| \times \frac{\Delta a}{a} + |3| \times \frac{\Delta b}{b} + |-1| \times \frac{\Delta c}{c} + \left|-\frac{1}{2}\right| \times \frac{\Delta d}{d}$
$\Rightarrow \frac{\Delta Y}{Y} = \left(2 \times 4 + 3 \times 3 + 1 \times 2 + \frac{1}{2} \times 1\right)\% \Rightarrow \frac{\Delta Y}{Y} = 19.5\%$

04. **Sol^n: (a);** লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}} = \frac{0.5}{50}$
$= 0.01\ \text{mm} = 0.001\ \text{cm}$

06. **Sol^n: (c);** ভার্নিয়ার স্কেলের 1 ভাগের মান $= \frac{39}{40}\text{mm} = 0.975\ \text{mm}$
$\therefore$ ভার্নিয়ার ধ্রুবক $= (1 - 0.975)\text{mm} = 0.025\ \text{mm}$

07. **Sol^n: (b);** চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$
$= \frac{\text{MLT}^{-2}}{\text{L}^2} = \text{ML}^{-1}\text{T}^{-2} = \frac{\text{ML}^2\text{T}^{-2}}{\text{L}^3} = \frac{\text{শক্তি অথবা কাজ}}{\text{আয়তন}}$

08. **Sol**

08. **Solⁿ: (c);** আমরা জানি, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} \Rightarrow c^2 = \frac{1}{\mu_0\epsilon_0}$

$\frac{1}{\mu_0\epsilon_0}$ এর মাত্রা $= c^2$ এর মাত্রা $= [L^2T^{-2}]$

09. **Solⁿ: (d);** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$

$\Rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

$\therefore \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{2\Delta T}{T} = 1\% + 4\% = 5\%$

10. **Solⁿ: (b);** $\Delta g = 9.8 - 9.79 = 0.01\ ms^{-2}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** গোলকের আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$R = 5.3\ m$
$\Delta R = 0.1\ m$

$\therefore$ আয়তনে আনুপাতিক ত্রুটি $\frac{\Delta V}{V}$ হলে,

$\frac{\Delta V}{V} = 3\frac{\Delta R}{R}$

$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = 3 \times \frac{0.1}{5.3} \times 100\% = 5.66\%$ **(Ans.)**

02. **Solⁿ:** লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা}}$

$= \frac{1\ mm}{100} = 0.01\ mm$

পিচ $= 1\ mm$
ভাগ সংখ্যা $= 100$ টি
যান্ত্রিক ত্রুটি $= -0.02\ mm$
মূল স্কেলের পাঠ $= 2\ mm$
বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ $= 28$

$\therefore$ তারের ব্যাস

$= \{2 + 0.01 \times 28 - (-0.02)\}mm$

$= 2.30\ mm$ **(Ans.)**

03. **Solⁿ:** বস্তুর ঘনত্ব,

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{90}{9}\ gcm^{-3}$

$= 10\ gcm^{-3}$

ভর, $m = 90\ g$
আয়তন, $V = 9cm^3$
$dm = 0.001\ g$
$dV = 0.1\ cm^3$

বস্তুর ঘনত্ব নির্ণয়ের সূত্র, $\rho = \frac{m}{V}$

$\therefore \frac{d\rho}{\rho} = \frac{dm}{m} + \frac{dV}{V}$

$\Rightarrow d\rho = \left(\frac{dm}{m} + \frac{dV}{V}\right)\rho$

$\Rightarrow d\rho = \left(\frac{0.001}{90} + \frac{0.1}{9}\right) \times 10\ gcm^{-3}$

$\Rightarrow d\rho = 0.111222\ gcm^{-3}$

$\therefore$ পরম ত্রুটি, $d\rho = 0.111222\ gcm^{-3}$

আনুপাতিক ত্রুটি, $\frac{d\rho}{\rho} = \frac{0.111222}{10} = 0.0111222$

শতকরা ত্রুটি $= \frac{d\rho}{\rho} \times 100\% = 0.0111222 \times 100\%$

$= 1.11222\%$ **(Ans.)**

04. **Solⁿ:** $d = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$

$= \frac{6.3 + 6.5 + 6.4}{3}\ cm$

$= 6.4\ cm$

$d_1 = 6.3\ cm$
$d_2 = 6.5\ cm$
$d_3 = 6.4\ cm$
$h = (5.21 - 0.25)\ cm = 4.96\ cm$

$\therefore R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{(6.4)^2}{6 \times 4.96} + \frac{4.96}{2}\ cm = 3.86\ cm$ **(Ans.)**

05. **Solⁿ:** ১ম স্কেলের ভার্নিয়ার ধ্রুবক,

$VC_1 = \frac{1}{20}\ mm = 0.05\ mm = 0.005\ cm$

১ম স্কেলের সর্বনিম্ন শতকরা ত্রুটি,

$\delta_1 = \frac{0.005}{2.1} \times 100\% = 0.238\%$

২য় স্কেলের ভার্নিয়ার ধ্রুবক,

$VC_2 = \frac{1}{50}\ mm = 0.02\ mm = 0.002\ cm$

$\therefore$ ২য় স্কেলের সর্বনিম্ন শতকরা ত্রুটি,

$\delta_2 = \frac{0.002}{2.1} \times 100\% = 0.095\%$

যেহেতু, $\delta_2 < \delta_1$; সেহেতু দ্বিতীয় স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা প্রাপ্ত মান সূক্ষ্মতর হবে।

06. **Solⁿ:** $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

$= \frac{(0.024)^2}{6 \times 0.0032} + \frac{0.0032}{2}\ m$

$= 0.0316\ m$ **(Ans.)**

$d = 2.4\ cm = 0.024\ m$
$h = (3.25 - 0.05)\ mm$
$= 3.2\ mm = 0.0032\ m$

07. **Solⁿ:** $V = \pi r^2 h$

$\therefore \frac{\delta V}{V} = 2\frac{\delta r}{r} + \frac{\delta h}{h} = 2 \times \frac{5}{100} + \left(-\frac{5}{100}\right) = \frac{5}{100} = 5\%$

$\therefore$ 5% ভুল হবে।

08. **Solⁿ:** ধারকে সঞ্চিত আধান, $Q = C \times V$

$= 2.5 \times 10^{-6} \times 25 = 62.5 \times 10^{-6} = 6.25 \times 10^{-5}C$

এখন শতকরা ত্রুটি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে, $\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta V}{V}$

$\therefore \frac{\Delta Q}{Q} \times 100\% = \frac{\Delta C}{C} \times 100\% + \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$

$= \frac{0.1}{2.5} \times 100\% + \frac{0.2}{25} \times 100\% = 4\% + 0.8\% = 4.8\%$

$\therefore$ পরম ত্রুটি $= 6.25 \times 10^{-5}C$ এর $4.8\% = 0.3 \times 10^{-5}C$

নির্ণেয় সঞ্চিত আধান, $Q = 6.25 \times 10^{-5} \pm 4.8\%\ C$

$= (6.25 \pm 0.3) \times 10^{-5}C$

09. **Solⁿ:** $VC = \frac{s}{n} = \frac{1mm}{40} = 2.5 \times 10^{-3}cm$

বিকল্প:

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘর = 1mm;

ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘর $= \frac{39\ mm}{40}$

$\therefore$ ভার্নিয়ার ধ্রুবক $= \left(1 - \frac{39}{40}\right)mm = 2.5 \times 10^{-3}cm$

10. **Solⁿ:** দৈর্ঘ্যে শতকরা অনিশ্চয়তা $= \frac{1}{297} \times 100\% = 0.337\%$

ক্ষেত্রফল, A = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ $= 297 \times 209 = 62073\ mm^2$

এখন, $\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta w}{w}$

বা, $\Delta A = \left(\frac{1}{297} + \frac{1}{209}\right) \times 62073 = 506\ mm^2$

$\therefore$ অনিশ্চয়তাসহ ক্ষেত্রফল

$= (62073 \pm 506)mm^2 = (6.21 \pm 0.05) \times 10^4 mm^2$

> নিজের উপর বিশ্বাস রাখো, তাহলেই তুমি এগিয়ে যাবে।
>
> **Helen Keller**

অধ্যায় ০২

ভেক্টর

টপিক অ্যানালাইসিস

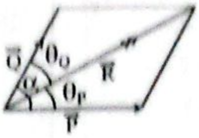
❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: ভেক্টরের লব্ধির সামান্তরিক সূত্র	12	01	BUET'23-24, 22-23, 21-22; RUET'12-13; CUET'25-26, 15-16; CKRUET'21-22; BUTEX'16-17, 15-16; IUT'10-11; SUST'24-25 DU'25-26	BUTEX'02-03
✪✪	T-02: অবস্থান ভেক্টরের লম্বাংশ ও লম্বাংশ উপপাদ্যের প্রয়োগ	07	02	BUET'24-25, 23-24, 21-22; IUT'14-15, 11-12	RUET'17-18; BUTEX'21-22
✪✪✪	T-03: নদী ও নৌকা	05	07	BUET'24-25, 22-23; CUET'03-04; IUT'18-19	BUET'21-22, 03-04; RUET'10-11; CUET'14-15, 04-05, MIST'24-25, 23-24
✪✪✪	T-04: আপেক্ষিক বেগ	03	05	CKRUET'22-23; IUT'17-18, 16-17	BUET'06-07; KUET'25-26; RUET'04-05; BUTEX'24-25, 23-24;
✪	T-05: অবস্থান ভেক্টর ও সরণ ভেক্টর নির্ণয়	-	01	-	CUET'05-06
✪✪✪	T-06: ভেক্টরের ডট গুণন	14	04	BUET'24-25, 21-22, 07-08; KUET'16-17, 14-15, 13-14, 12-13, 09-10; RUET'24-25, 09-10; BUTEX'11–12; SUST'25-26	BUET'25-26, 22-23, 19-20 BUTEX'20-21
✪✪✪	T-07: ভেক্টরের ক্রস গুণন	15	02	BUET'24-25, 23-24, 07-08; KUET'18-19, 17-18, 11-12, 10-11; RUET'24-25, 14-15; CUET'11-12 ; CKRUET'23-24; BUTEX'17-18; SUST'16-17;	BUTEX'18-19, 04-05;
✪✪	T-08: গ্রেডিয়েন্ট, ডাইভারজেন্স এবং কার্ল	05	02	BUET'24-25; CUET'15-16; IUT'21-22; SUST'24-25	RUET'15-16; IUT'21-22
✪	T-09: বিবিধ	03	01	BUET'21-22; BUTEX'14-15; SUST'24-25	BUTEX'22-23

T-01: ভেক্টরের লব্ধির সামান্তরিক সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশি হলে, তাদের লব্ধি, $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$

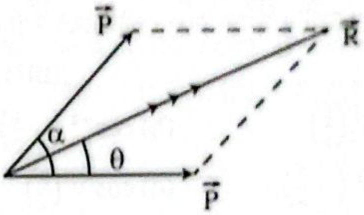


- লব্ধির মান:

P ও Q মানের দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ α হলে লব্ধির মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

- লব্ধির দিক:
  - লব্ধির দিক ($\vec{P}$ এর সাথে), $\theta_P = \tan^{-1}\frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$
  - লব্ধির দিক ($\vec{Q}$ এর সাথে), $\theta_Q = \tan^{-1}\frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$
  - দুইটি সমান ভেক্টর $\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ α হলে,

    লব্ধি, $R = 2P\cos\frac{\alpha}{2}$ এবং $\theta = \frac{\alpha}{2}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভড

01. দুটি কণা যথাক্রমে 12 ms^{-1} ও 20 ms^{-1} বেগে 120° কোণে ক্রিয়া করে কোনো একটি বিন্দুকে অতিক্রম করে। 4 sec পর এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [CUET'25-26]

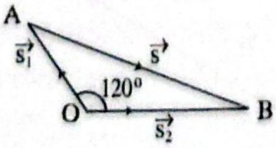
(a) 111 m (b) 112 m (c) 113 m
(d) 114 m (e) 115 m ⓑ

Solⁿ: 4 sec পরে,

প্রথম কণার সরণ, $s_1 = 4 \times 12 = 48$ m

এবং দ্বিতীয় কণার সরণ, $s_2 = 4 \times 20 = 80$ m

ΔOAB হতে, $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} \Rightarrow \vec{s} = \vec{s_2} - \vec{s_1}$



$\therefore |\vec{s}| = \sqrt{s_2^2 + s_1^2 + 2s_1s_2\cos(180° - 120°)}$

$= \sqrt{80^2 + 48^2 + 2 \times 48 \times 80\cos 60°} = 112$ m

02. যদি $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$ হয়, তবে $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [DU'25-26]

(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180° ⓒ

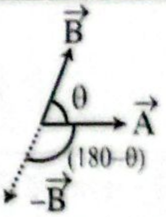
Solⁿ: $|\vec{A} + \vec{B}|^2 = |\vec{A} - \vec{B}|^2$

$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$

$= A^2 + B^2 + 2AB\cos(180° - \theta)$

$\Rightarrow 2AB\cos\theta = -2AB\cos\theta$

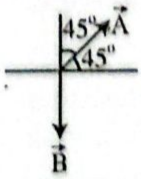
$\Rightarrow \cos\theta = 0 \therefore \theta = 90°$



03. দুটি ভেক্টর রাশির লব্ধির সর্বোচ্চ মান 25 একক এবং সর্বনিম্ন মান 7 একক। ভেক্টর দুটির মান কত? [SUST'24-25]

(a) 25, 18 (b) 14, 7 (c) 16, 9 (d) 20, 5 ⓒ

Solⁿ: $A + B = 25, A - B = 7 \therefore A = 16, B = 9$

04. 

$|\vec{A}| = 3, |\vec{B}| = 5, |\vec{A} - \vec{B}| = ?$

[BUET'23-24, 22-23]

(a) $\sqrt{13}$ (b) 5.4 (c) 8.6 (d) 7.43 ⓓ

Solⁿ: $|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos 135°} = 7.43$

05. দুটি সমান ভেক্টরের লব্ধি নাল ভেক্টর হলে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? [BUET'21-22]

(a) 90° (b) 180° (c) 0° (d) 270° ⓑ

Solⁿ: $0 = P^2 + P^2 + 2P^2\cos\alpha$

$\Rightarrow \cos\alpha = -1 \therefore \alpha = 180°$

06. দুইটি সমান মানের ভেক্টরের লব্ধির মান কোন অবস্থায় ওদের প্রত্যেকের মানের সমান হতে পারে? [CKRUET'21-22, BUTEX'15-16, RUET'12-13]

(a) 0° (b) 30° (c) 60°
(d) 90° (e) 120° ⓔ

Solⁿ: ধরি, সমান দুইটি ভেক্টরের মান = P

এদের মধ্যবর্তী কোণ α হলে, লব্ধি $= 2P\cos\frac{\alpha}{2}$

লব্ধি P হলে, $2P\cos\frac{\alpha}{2} = P$

$\Rightarrow \cos\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \frac{\alpha}{2} = 60^\circ \therefore \alpha = 120^\circ$

07. দুটি ভেক্টরের মধ্যে একটি অন্যটির দ্বিগুণ এবং এদের লব্ধির মান বড় ভেক্টরটির সমান হলে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণের মান- [BUTEX'16-17]

(a) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$ (b) $\cos^{-1}\left(-\frac{1}{2}\right)$
(c) $\cos^{-1}\left(-\frac{1}{4}\right)$ (d) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{4}\right)$ ⓒ

Solⁿ: প্রশ্নমতে,

$(2P)^2 = P^2 + (2P)^2 + 2P\cdot 2P\cos\theta$

$\Rightarrow \cos\theta = -\frac{1}{4} \Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(-\frac{1}{4}\right)$

08. দুটি ভেক্টর রাশির বৃহত্তর ও ক্ষুদ্রতর লব্ধিদ্বয় যথাক্রমে 28 একক ও 4 একক। রাশি দুটি পরস্পরের সাথে 90° কোণে কোন একটি কণার উপর ক্রিয়া করল। লব্ধির মান কত? [CUET'15-16, IUT'10-11]

(a) None of them (b) 28 unit
(c) 24 unit (d) 20 unit ⓓ

Solⁿ: $P + Q = 28\,;\ P - Q = 4\,;P = 16, Q = 12$

$R = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20$ unit

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটি এমন যে, $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$। ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণ নির্ণয় কর। [BUTEX'02-03]

Solⁿ: $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$

$\Rightarrow |\vec{A}+\vec{B}|^2 = |\vec{A}-\vec{B}|^2$

$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$

$= A^2 + B^2 + 2AB\cos(180^\circ - \theta)$

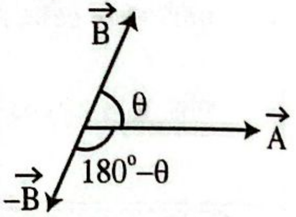
$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$

$= A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$

$\Rightarrow 4AB\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}0 = 90^\circ$

$\therefore \vec{A} \wedge \vec{B} = 90^\circ$ (Ans.)



$\vec{B}$
θ
$\vec{A}$
180°–θ
$-\vec{B}$

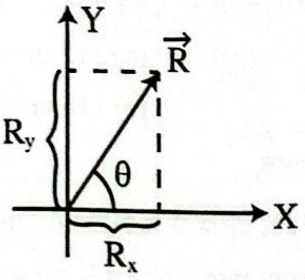
T-02: অবস্থান ভেক্টরের লম্বাংশ ও লম্বাংশ উপপাদ্যের প্রয়োগ

কনসেপ্ট রিভিউ

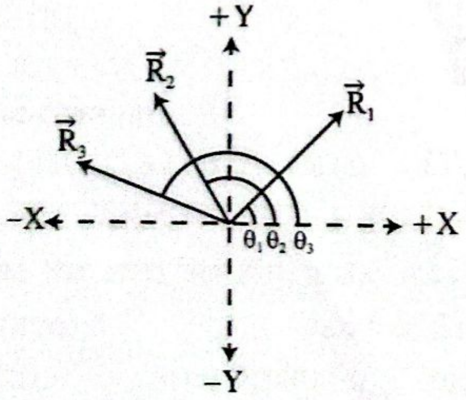
- $\vec{R}$ ভেক্টরের X উপাংশ, $R_x = R\cos\theta$
- $\vec{R}$ ভেক্টরের Y উপাংশ, $R_y = R\sin\theta$

$\therefore \vec{R} = R_x\hat{i} + R_y\hat{j} = (R\cos\theta)\hat{i} + (R\sin\theta)\hat{j}$

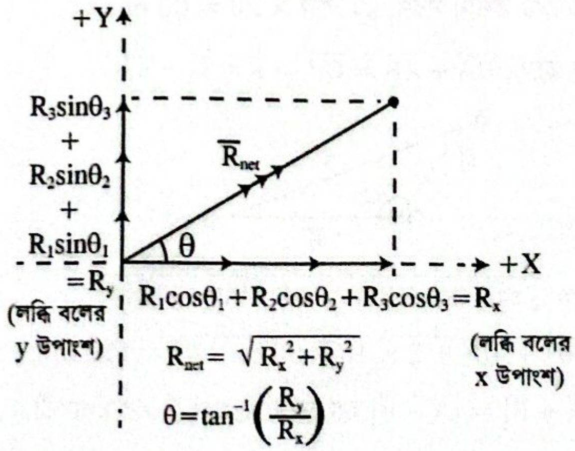
[যেখানে, θ হলো ধনাত্মক x-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ]



Y
$\vec{R}$
R_y
θ
X
R_x



+Y
$\vec{R}_2$
$\vec{R}_1$
$\vec{R}_3$
–X
+X
$\theta_1\,\theta_2\,\theta_3$
–Y



+Y
$R_3\sin\theta_3$
+
$R_2\sin\theta_2$
+
$R_1\sin\theta_1$
$=R_y$
(লব্ধি বলের y উপাংশ)
$\vec{R}_{net}$
θ
+X
$R_1\cos\theta_1+R_2\cos\theta_2+R_3\cos\theta_3=R_x$
(লব্ধি বলের x উপাংশ)
$R_{net}=\sqrt{R_x^2+R_y^2}$
$\theta=\tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$

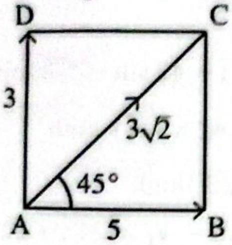
- $\vec{R}_1, \vec{R}_2$ এবং $\vec{R}_3$ ভেক্টরত্রয় +x-অক্ষের সাথে যথাক্রমে θ_1, θ_2 এবং θ_3 কোণ উৎপন্ন করে।
- ভেক্টরত্রয়ের লব্ধি $\vec{R}_{net}$; যা +x-অক্ষের সঙ্গে θ কোণে আনত।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. ABCD বর্গের AB, AC, AD বাহু বরাবর $5, 3\sqrt{2}, 3$ একক বল ক্রিয়া করলে লব্ধি বলের মান ও দিক কোনটি? (AB বাহুর সাপেক্ষে) [BUET'24-25]

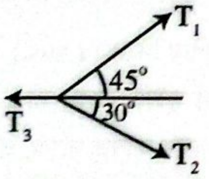
(a) $10, \tan^{-1}\frac{6}{8}$ (b) $10, \tan^{-1}\frac{8}{6}$
(c) $10, \tan^{-1}\frac{3}{8}$ (d) $10, \tan^{-1}\frac{6}{4}$ ⓐ

Solⁿ:



$$R_x = 5\cos 0° + 3\sqrt{2}\cos 45° + 3\cos 90°$$
$$= 5 + 3 + 0 = 8$$
$$R_y = 5\sin 0° + 3\sqrt{2}\sin 45° + 3\sin 90°$$
$$= 0 + 3 + 3 = 6$$
$$R = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10; \theta = \tan^{-1}\frac{6}{8}$$

02.



T_1, T_2 ও T_3 বল তিনটি একই সমতলে ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থা তৈরি করলে $T_1 : T_2$ কত? [BUET'23-24]

(a) 1:1 (b) $\sqrt{2}:1$
(c) $1:\sqrt{2}$ (d) $2:\sqrt{2}$ ⓒ

Solⁿ: $\frac{T_1}{\sin(180°-30°)} = \frac{T_2}{\sin(180°-45°)}$ [লামির উপপাদ্য]

$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 30°}{\sin 45°} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow T_1 : T_2 = 1 : \sqrt{2}$$

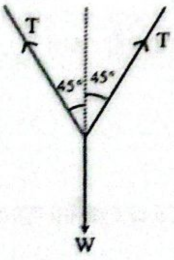
বিকল্প: সাম্যাবস্থা তৈরি করায়,

$$R_y = T_1\sin 45° + T_3\sin 180° + T_2\sin 330° = 0$$
$$\Rightarrow T_1 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = -T_2 \times \left(-\frac{1}{2}\right)$$
$$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_1 : T_2 = 1 : \sqrt{2}$$

03. 40 kg ভরের বস্তুকে উল্লম্বের সাথে 45° কোণে দুটি সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে রাখলে সুতার টান কত হবে? [BUET'23-24]

(a) 277.186 N (b) 288.576 N
(c) 196 N (d) 554.372 N ⓐ

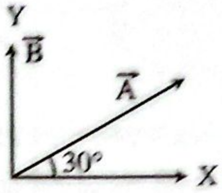
Solⁿ:



$$T\cos 45° + T\cos 45° = W$$
$$\Rightarrow 2T\cos 45° = 40 \times 9.8$$
$$\Rightarrow T = \frac{40\times 9.8}{\sqrt{2}}$$
$$\therefore T = 277.186\text{N}$$

04. x-অক্ষের সাথে 30° কোণে একটি ভেক্টর $|\vec{A}| = 2$; y অক্ষ বরাবর $|\vec{B}| = 3$ তবে $|\vec{A} - \vec{B}| = ?$ [BUET'22-23]

(a) 2.628 (b) 2.646
(c) 3.6148 (d) 1.5168 ⓑ



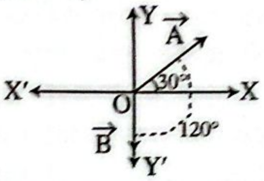
Solⁿ: $\vec{A} = 2\cos 30°\hat{i}$
$+2\sin 30°\hat{j}$
$= \sqrt{3}\hat{i} + \hat{j}; \vec{B} = 3\hat{j}$
$\vec{A} - \vec{B} = \sqrt{3}\hat{i} + (1-3)\hat{j}$
$= \sqrt{3}\hat{i} - 2\hat{j}$

$$\therefore |\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + (-2)^2} = 2.646$$

05. একটি ভেক্টর $\vec{A}$30° কোণে ধনাত্মক x-অক্ষের দিকে ক্রিয়ারত। অপর একটি ভেক্টর $\vec{B}$ ঋণাত্মক y-অক্ষের দিকে ক্রিয়ারত। $|A| = 4, |B| = 8$ হলে, লব্ধি ভেক্টর কোনটি? [BUET'21-22]

(a) $2\sqrt{3}\hat{i} + 6\hat{j}$ (b) $\sqrt{7}\hat{i} - 3\hat{j}$
(c) $2\sqrt{3}\hat{i} - 6\hat{j}$ (d) None ⓒ

Solⁿ:



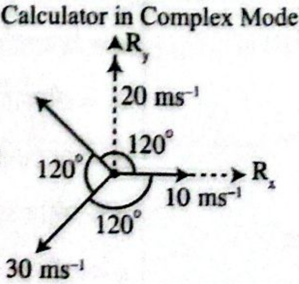
$$\therefore \vec{A} = (|A|\cos 30°)\hat{i} + (|A|\sin 30°)\hat{j}$$
$$\therefore \vec{A} = 2\sqrt{3}\hat{i} + 2\hat{j}$$
$$\vec{B} = (|B|\cos 270°)\hat{i} + (|B|\sin 270°)\hat{j} = -8\hat{j}$$
$$\therefore \vec{A} + \vec{B} = (2\sqrt{3})\hat{i} - 6\hat{j}$$

06. A particle has 3 velocities 10 ms^{-1}, 20 ms^{-1} and 30 ms^{-1} inclined at angle of 120° to one another. The magnitude of the resultant velocity is-
(একটি কণার 3টি বেগ আছে, যথা 10 ms^{-1}, 20 ms^{-1} এবং 30 ms^{-1} এবং বেগগুলোর মধ্যবর্তী কোণ 120°। লব্ধি বেগের মান হলো-) [IUT'14-15]

(a) $10\sqrt{3}$ ms^{-1} (b) 10 ms^{-1}
(c) 5 ms^{-1} (d) $\sqrt{3}$ ms^{-1} ⓐ

Solⁿ: $R = 10 + 20(\angle 120°) + 30(\angle 240°)$
$\Rightarrow R = 10\sqrt{3}(\angle -150°)$
[Using Calculator in Complex Mode]

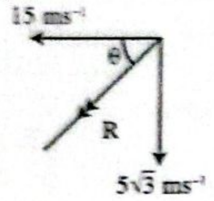
বিকল্প:



$$R_x = 10 + 20\cos 120° + 30\cos 120° = -15\text{ms}^{-1}$$
$$R_y = 20\sin 120° + 30\sin(-120°) = -5\sqrt{3}\ \text{ms}^{-1}$$

$R = \sqrt{15^2 + (5\sqrt{3})^2} = 10\sqrt{3}\text{ms}^{-1}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{5\sqrt{3}}{15}\right) = 30°$



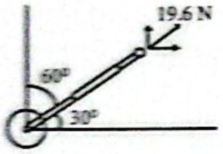
$\therefore$ x অক্ষের সাথে 210° কোণ।

07. একটি লন রোলার ঠেলা বা টানার সময় তুমি এর হাতলে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 19.6N বল প্রয়োগ করছ। এটা টানা অপেক্ষাকৃত সহজ কারণ এর ওজন তখন কমে– **[BUET'10-11]**

(a) $\sqrt{3}$ kg-weight (b) 19.6 kg-weight
(c) 1 kg-weight (d) 9.8 kg-weight ©

Solⁿ: ওজন কমে $= 19.6 \times \sin(30°)$ N

$= 9.8\text{N} = 1$ kg- weight

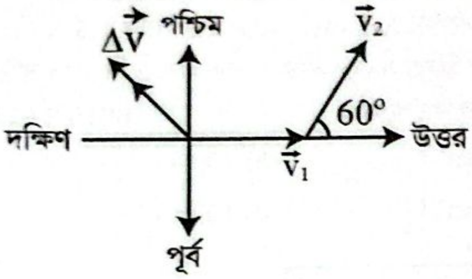


বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটা গাড়ি 40 kmh⁻¹ বেগে উত্তর দিকে চলছিল। এরপর গতি পরিবর্তন করে উত্তর দিকের সাথে 60° কোণে পশ্চিম দিকে 42 kmh⁻¹ বেগে চলতে থাকলো। এক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তন কত? **[BUTEX'21-22]**

Solⁿ: $\vec{v}_1 = (40\cos 0°\hat{i} + 40\sin 0°\hat{j})\text{ kmh}^{-1}$

$= 40\,\hat{i}\text{ kmh}^{-1}$



এবং $\vec{v}_2 = (42\cos 60°\,\hat{i} + 42\sin 60°\hat{j})\text{kmh}^{-1}$

$= \left(42 \times \frac{1}{2}\hat{i} + 42 \times \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{j}\right)\text{ kmh}^{-1}$

$= (21\,\hat{i} + 21\sqrt{3}\hat{j})\text{kmh}^{-1}$

বেগের পরিবর্তন, $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = 21\,\hat{i} + 21\sqrt{3}\hat{j} - 40\,\hat{i}$

$= (-19\hat{i} + 21\sqrt{3}\,\hat{j})\text{ kmh}^{-1}$

$\therefore |\Delta\vec{v}| = \sqrt{(-19)^2 + (21\sqrt{3})^2} = \sqrt{1684}$

$= 41.036\text{ kmh}^{-1}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{21\sqrt{3}}{19}\right) = 62.41°$

$\therefore$ 62.41° কোণে দক্ষিণের সাথে পশ্চিম দিকে। **(Ans.)**

02. পরস্পরের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়াশীল দুইটি বলের লব্ধি 80N। যদি লব্ধি একটি বলের সঙ্গে 60° কোণে আনত থাকে, তবে বল দুইটির মান নির্ণয় কর। **[RUET'17-18]**

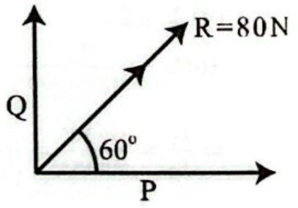
Solⁿ:

$P = 80\cos 60°$

$= 40\text{N}$ **(Ans.)**

আবার, $Q = 80\sin 60°$

$= 40\sqrt{3}\text{N}$ **(Ans.)**



T-03: নদী ও নৌকা

কনসেপ্ট রিভিউ

- $w = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$
- $x = (u + v\cos\alpha)t$
- $d = (v\sin\alpha)t$
- $t = \frac{d}{v\sin\alpha}$
- $s = \sqrt{x^2 + d^2}$

u = স্রোতের বেগ

v = স্থির পানিতে নৌকার বেগ

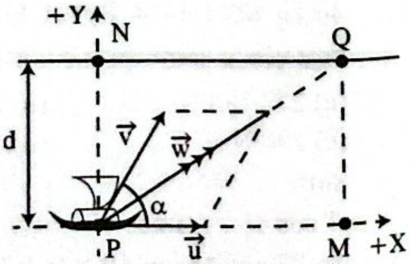
w = নৌকার লব্ধি বেগ

α = স্রোতের বেগ ও নৌকার বেগের মধ্যবর্তী কোণ

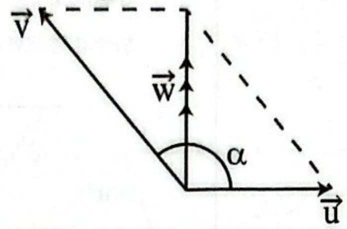
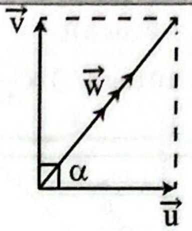
d = নদীর প্রস্থ = PN

s = অতিক্রান্ত পথ = PQ

t = নৌকা অপর পাড়ে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়



PM = NQ = x = নদীর পাড় বরাবর নৌকার সরণ

বিষয়বস্তু	ন্যূনতম দূরত্বে নদী পারাপার	ন্যূনতম সময়ে নদী পারাপার
চিত্র		
শর্ত	$\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$ [v > u]	$\alpha = 90°$
লব্ধি বেগ	$w = \sqrt{v^2 - u^2}$	$w = \sqrt{v^2 + u^2}$
প্রয়োজনীয় সময়	$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{d}{\sqrt{v^2-u^2}} = \frac{d}{w}$	$t = \frac{d}{v\sin 90°} = \frac{d}{v}$
পাড় বরাবর সরণ	$x = 0$	$x = (u + v\cos 90°)t = ut = u \times \frac{d}{v}$
পথের দৈর্ঘ্য	$s = d$	$s = \sqrt{d^2 + x^2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি নদীর প্রস্থ 400 m এবং স্রোতের বেগ $3ms^{-1}$। একজন মাঝি $5ms^{-1}$ বেগে নৌকা চালিয়ে আড়াআড়িভাবে নদী পার হতে চাইলে কত সময় লাগবে? **[BUET'24-25]**

(a) 80 s (b) 100 s
(c) 120 s (d) 150 s ⓑ

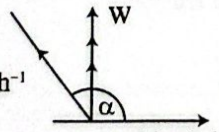
Sol^n: প্রয়োজনীয় সময়, $t = \frac{d}{\sqrt{v^2-u^2}} = \frac{400}{\sqrt{5^2-3^2}}$

$= 100s$

02. $4\ kmh^{-1}$ বেগে প্রবাহমান স্রোতযুক্ত নদীতে কত কোণে নৌকা চালালে $5\ kmh^{-1}$ বেগে নৌকা চালাতে সক্ষম একজন মাঝি ঠিক অপর পাড়ে পৌঁছাতে পারবে? **[BUET'22-23]**

(a) 120° (b) 90°
(c) 136.37° (d) 143.1301° ⓓ

Sol^n: $v = 5\ kmh^{-1}$



$u = 4\ kmh^{-1}$

$v\cos\alpha + u = 0$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{4}{5}\right) = 143.1301°$

03. $5\ ms^{-1}$ বেগে প্রবাহমান স্রোত বিশিষ্ট একটি নদীতে $10\ ms^{-1}$ বেগে চলমান নৌকা 1 hour যাত্রা করে সোজা অপর পাড়ে গিয়ে পৌঁছায়। তাহলে নদীর প্রস্থ কত হবে? **[BUET'22-23; CUET'03-04]**

(a) 30 km (b) 31 km
(c) 32 km (d) 29 km ⓑ

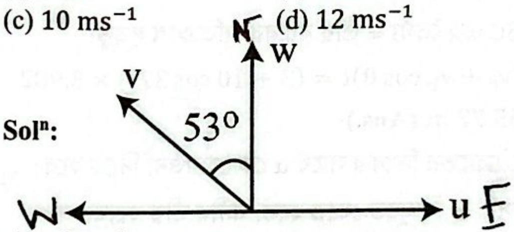
Sol^n: $d = \sqrt{10^2 - 5^2} \times 60 \times 60\ m$

$= 31.176\ km \approx 31\ km$

04. A river flows toward the east. You head your boat 53° west of north and achieve a velocity of $6.0ms^{-1}$ due north relative to the shore. What is your speed relative to the water? (একটি নদী পূর্ব দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। তুমি তোমার নৌকাটিকে উত্তর দিকের সাথে 53° পশ্চিমে নিয়ে যাও এবং তীরের সাপেক্ষে উত্তর দিকে $6.0ms^{-1}$ বেগ অর্জন করো। স্রোতের সাপেক্ষে তোমার গতি কত?) **[IUT'18-19]**

(a) $8\ ms^{-1}$ (b) $6\ ms^{-1}$
(c) $10\ ms^{-1}$ (d) $12\ ms^{-1}$ ⓒ

Sol^n:



নৌকাটির লব্ধি বেগ স্রোতের বেগের সাথে লম্ব।

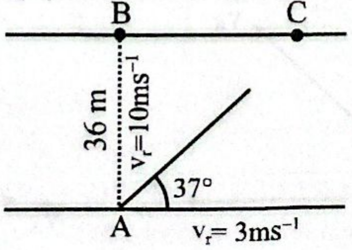
$\therefore v\sin\alpha = w$

$\Rightarrow v = \frac{w}{\sin\alpha} = \frac{w}{\sin(90°+53°)}$

$= \frac{6}{\sin 143°} = 9.97\ ms^{-1} \approx 10\ ms^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. 36 m চওড়া একটি নদীতে $10ms^{-1}$ বেগে একটি নৌকা চলছে। নৌকাটি নদী পার হয়ে বিপরীত পাশে পৌঁছালো। নদীতে স্রোতের বেগ $3ms^{-1}$। নদীর বিপরীত পাড়ে BC এর দূরত্ব কত? **[MIST'23-24]**

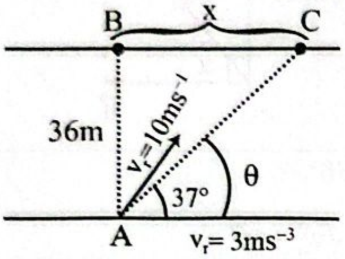


BC দৈর্ঘ্য=?

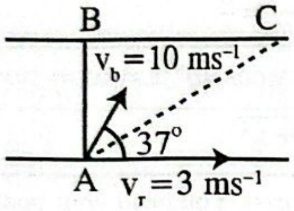
সমাধান: $t = \frac{d}{v\sin\alpha}$

$x = (u + v\cos\alpha)t$

$= (3 + 10\cos 37°) \times \frac{36}{10\sin 37°} = 65.7$ m



02. 36 m চওড়া একটি নদীতে $v_b = 10$ ms^{-1} বেগে A বিন্দু থেকে একটি নৌকা চলা শুরু করল। নৌকাটি নদী পার হয়ে চিত্রে প্রদর্শিত বিপরীত তীরের C বিন্দুতে পৌঁছালো। স্রোতের বেগ $v_r = 3$ ms^{-1} হলে BC দূরত্ব নির্ণয় কর। এছাড়া, স্রোতের দিকের সাথে কত কোণে রওনা দিলে নৌকাটি সরাসরি B বিন্দুতে পৌঁছাতে পারবে, তা নির্ণয় কর। **[BUET'21-22]**



Sol^n: এখানে, অতিক্রান্ত সময়,

$t = \frac{d}{v_b \sin\alpha} = \frac{36}{10\sin 37°} = 5.982$ s

∴ BC এর দৈর্ঘ্য = তীর বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব

$= (v_r + v_b\cos\theta)t = (3 + 10\cos 37°) \times 5.982$

$= 65.72$ m **(Ans.)**

ধরি, স্রোতের দিকের সাথে α কোণে রওনা দিতে হবে।

সরাসরি B বিন্দুতে যেতে হলে, নদীর তীর বরাবর সরণ

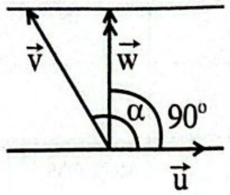
$= (v_r + v_b\cos\alpha) \times t = 0$

$\Rightarrow 3 + 10\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow \alpha = 107.46°$ **(Ans.)**

03. কোন নদীতে একটি নৌকার বেগ স্রোতের অনুকূলে ও প্রতিকূলে যথাক্রমে 18 এবং 6 km h^{-1}। নৌকাটি কত বেগে কোন দিকে চালনা করলে সোজা অপর পাড়ে পৌঁছাবে? **[RUET'10-11]**

Sol^n:



$v + u = 18, v - u = 6 \begin{bmatrix} v \rightarrow \text{নৌকার বেগ} \\ u \rightarrow \text{স্রোতের বেগ} \end{bmatrix}$

$\therefore v = 12\text{kmh}^{-1}, u = 6\text{ kmh}^{-1}$

$u\cos 0° + v\cos\alpha = w\cos 90°$

$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$

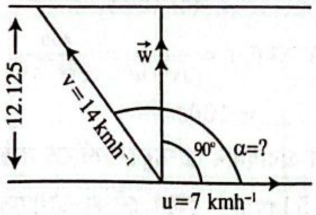
$\Rightarrow \cos\alpha = -\frac{u}{v}$

$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{6}{12}\right) = 120°$

∴ 12 kmh^{-1} বেগে 120° কোণে **(Ans.)**

04. একটি ইঞ্জিন চালিত নৌকার বেগ ঘণ্টায় 14 কিলোমিটার। একটি নদী আড়াআড়ি পার হতে হলে নৌকাটিকে কোন দিকে চালাতে হবে? নদীর প্রস্থ 12.125 km হলে তা পাড়ি দিতে কত সময় লাগবে? স্রোতের বেগ ঘণ্টায় 7 km। **[BUET'03-04, MIST'24-25; CUET'14-15, 04-05]**

Sol^n:



$u\cos 0° + v\cos\alpha = w\cos 90°$

$\Rightarrow 7 + 14\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = -\frac{1}{2}$

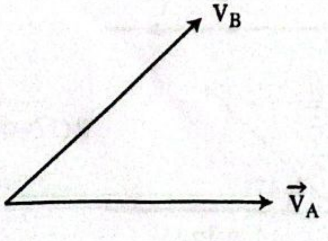
$\therefore \alpha = 120°$ **(Ans.)**

$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{12.125}{14\sin 120°} = 1$ hour (প্রায়) **(Ans.)**

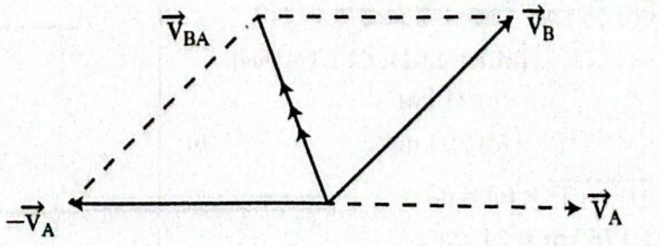
T-04: আপেক্ষিক বেগ

কনসেপ্ট রিভিউ

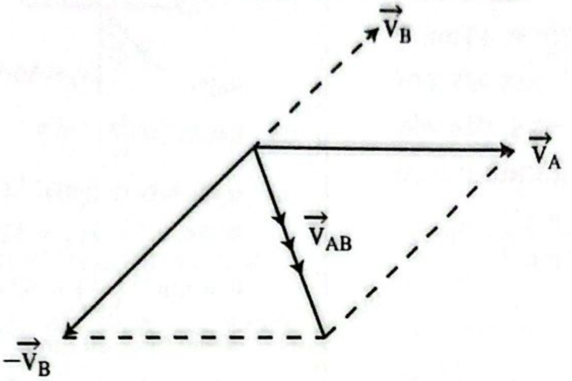
- যার সাপেক্ষে আপেক্ষিক বেগ, তার বেগকে ভেক্টর বিয়োগ করতে হবে।



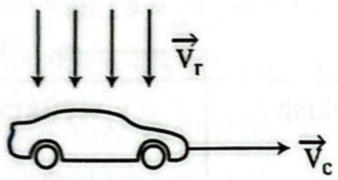
A এর সাপেক্ষে B এর আপেক্ষিক বেগ $\vec{V}_{BA} = \vec{V}_B - \vec{V}_A$

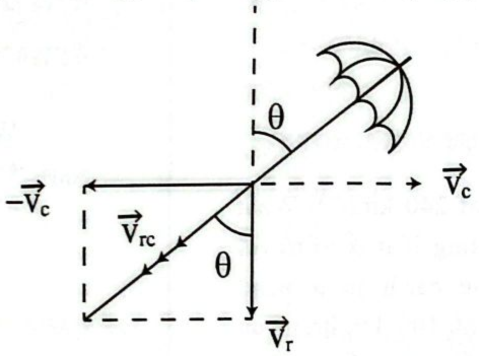


B এর সাপেক্ষে A এর আপেক্ষিক বেগ, $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$

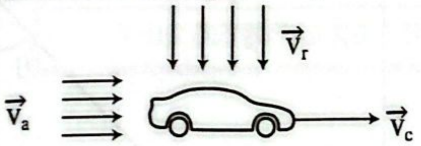

$\vec{v}_B$
$\vec{v}_A$
$\vec{v}_{AB}$
$-\vec{v}_B$

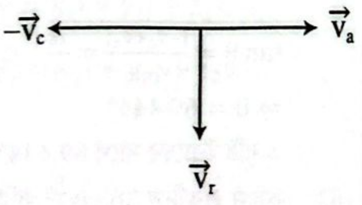
- **Case-01:** পথচারী/গাড়িচালকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ, $\vec{v}_{rc} = \vec{v}_r - \vec{v}_c$ [যখন বাতাস অনুপস্থিত]

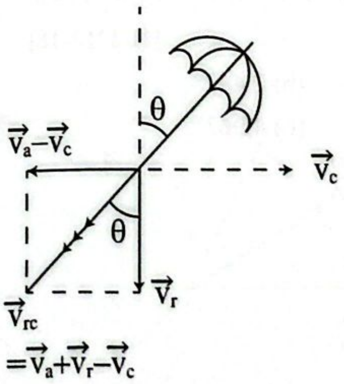

$\vec{v}_r$
$\vec{v}_c$


θ
$-\vec{v}_c$
$\vec{v}_c$
$\vec{v}_{rc}$
θ
$\vec{v}_r$

- **Case-02:** পথচারী/গাড়িচালকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ (যখন বাতাস উপস্থিত) $\vec{v}_{rc} = \vec{v}_r + \vec{v}_a - \vec{v}_c$


$\vec{v}_r$
$\vec{v}_a$
$\vec{v}_c$


$-\vec{v}_c$
$\vec{v}_a$
$\vec{v}_r$

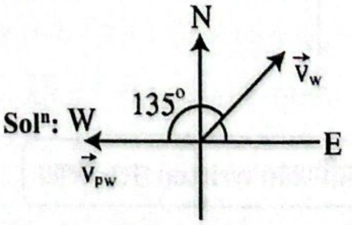

θ
$\vec{v}_a - \vec{v}_c$
$\vec{v}_c$
θ
$\vec{v}_r$
$\vec{v}_{rc}$
$= \vec{v}_a + \vec{v}_r - \vec{v}_c$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. An airplane flies due west at $185 kmh^{-1}$ with respect to the air. There is a wind blowing at $85 kmh^{-1}$ to the northeast relative to the ground. What is the plane's speed with respect to the ground? (একটি বিমান বাতাসের সাপেক্ষে $185 kmh^{-1}$ বেগে পশ্চিম দিকে বইছিল। ভূমির সাপেক্ষে $85 kmh^{-1}$ বেগে উত্তর-পূর্ব দিকে বাতাস উড়ছে। ভূমির সাপেক্ষে বিমানের বেগ কত?) [IUT'16-17]

(a) $139 kmh^{-1}$ (b) $230 kmh^{-1}$
(c) $239 kmh^{-1}$ (d) $179 kmh^{-1}$ ⓐ

Sol^n:


N
$\vec{v}_w$
135°
W
E
$\vec{v}_{pw}$

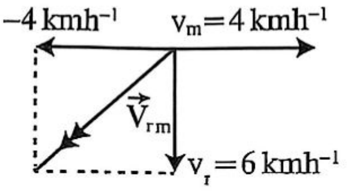
$$\vec{v}_{pw} = \vec{v}_p - \vec{v}_w$$
$$\Rightarrow \vec{v}_p = \vec{v}_{pw} + \vec{v}_w$$
$$\Rightarrow v_p = \sqrt{185^2 + 85^2 + 2 \times 185 \times 85 \times \cos(135^\circ)}$$
$$= 138.6\ kmh^{-1} \approx 139 kmh^{-1}$$

02. কোনো এক বৃষ্টির দিনে ফাউজিয়া জানালার পাশে দাঁড়িয়ে দেখছিল বৃষ্টি উল্লম্বভাবে $6\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে পতিত হচ্ছে। ফাউজিয়া লক্ষ করল, রাস্তায় একজন লোক $4\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে হাঁটছে এবং অপরজন $8\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে সাইকেলে যাচ্ছে। হেঁটে চলা লোকটির সাপেক্ষে পড়ন্ত বৃষ্টির লব্ধি বেগ কত? **[CKRUET'22-23]**

(a) $7.01\ \text{kmh}^{-1}$
(b) $9.01\ \text{kmh}^{-1}$
(c) $8.21\ \text{kmh}^{-1}$
(d) $7.21\ \text{kmh}^{-1}$
(e) $7.0\ \text{kmh}^{-1}$
ⓓ

Sol^n: $\vec{v}_{rm} = \vec{v}_r - \vec{v}_m$

$|v_{rm}| = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7.21\ \text{kmh}^{-1}$

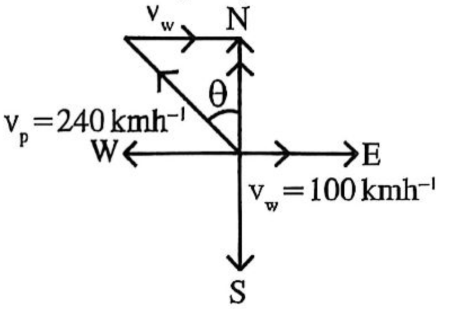

$-4\ \text{kmh}^{-1}$
$v_m = 4\ \text{kmh}^{-1}$
$\vec{v}_{rm}$
$v_r = 6\ \text{kmh}^{-1}$

03. A plane has an air speed of $240\ \text{kmh}^{-1}$. What should be the plane's heading if it is to travel due north, relative to the earth in a wind blowing with a velocity of 100 km/hr in an easterly direction? (একটি বিমানের গতিবেগ 240 kmh^{-1}। যদি পূর্ব দিকে 100 km/hr বেগে বাতাস প্রবাহিত হয়, তাহলে ভূমির সাপেক্ষে উত্তর দিকে ভ্রমণ করতে হলে বিমানটির কোন দিকে রওনা দেওয়া উচিত?) **[IUT'17-18]**

(a) 24.62°
(b) 2.462°
(c) 2462°
(d) 42.62°
ⓐ

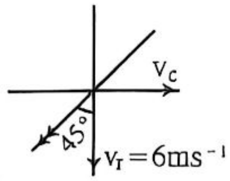
Sol^n: $\sin\theta = \frac{v_w}{v_p} = \frac{100}{240}$

$\Rightarrow \theta = 24.62°$ **(Ans.)**


v_w
N
θ
$v_p = 240\ \text{kmh}^{-1}$
W
E
$v_w = 100\ \text{kmh}^{-1}$
S

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. উল্লম্বভাবে পড়ন্ত বৃষ্টির বেগ $6\ \text{ms}^{-1}$। সাইকেলের বেগ কত হলে সাইকেল আরোহী বৃষ্টিকে 45° কোণে পড়তে দেখবে? সাইকেলের বেগ দ্বিগুণ করলে সাইকেল আরোহী কত কোণে বৃষ্টিকে পড়তে দেখবে? **[KUET'25-26]**


v_c
45°
$v_r = 6\text{ms}^{-1}$

Sol^n:

$\tan 45° = \frac{v_c}{v_r}$

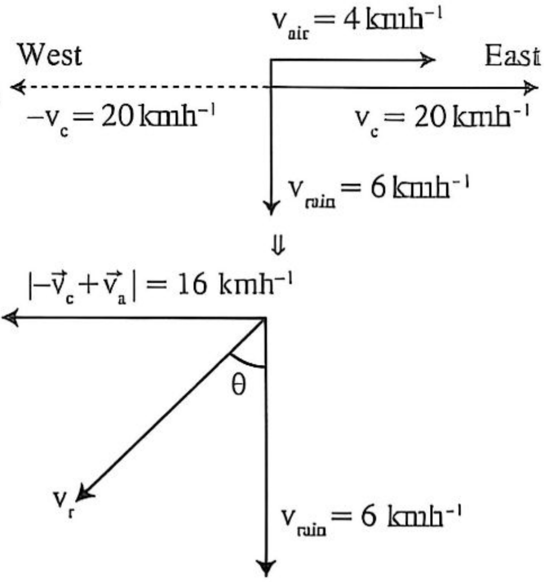
$\therefore v_c = v_r = 6\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

আবার, $v_c' = 2v_c = 12\ \text{ms}^{-1}$ হলে,

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{12}{6}\right) = 63.435°$ উল্লম্বের সাথে **(Ans.)**

02. একটি গাড়ি $20\ \text{km h}^{-1}$ বেগে পূর্বদিকে চলমান। বাতাসও $4\ \text{km h}^{-1}$ বেগে একই দিকে চলমান। এসময় বৃষ্টি খাড়া নিচের দিকে $6\ \text{km h}^{-1}$ বেগে পড়তে শুরু করে। বৃষ্টি গাড়িতে উল্লম্বের সাথে কত কোণে আঘাত করবে? **[BUTEX'23-24]**

Sol^n:


$v_{air} = 4\ \text{kmh}^{-1}$
West
East
$-v_c = 20\ \text{kmh}^{-1}$
$v_c = 20\ \text{kmh}^{-1}$
$v_{rain} = 6\ \text{kmh}^{-1}$
⇓
$|-\vec{v}_c + \vec{v}_a| = 16\ \text{kmh}^{-1}$
θ
v_r
$v_{rain} = 6\ \text{kmh}^{-1}$

$\tan\theta = \frac{|-\vec{v}_c + \vec{v}_a|}{v_{rain}} = \frac{16}{6}$

$\Rightarrow \theta = 69.444°$

∴ বৃষ্টি উল্লম্বের সাথে 69.444° কোণে পশ্চিমে পড়বে। **(Ans.)**

03. কোন একদিন $30\ \text{ms}^{-1}$ গতিতে উল্লম্বভাবে বৃষ্টি পড়ছিল। যদি বায়ু $10\ \text{ms}^{-1}$ গতিতে উত্তর থেকে দক্ষিণে বইতে শুরু করে তাহলে বৃষ্টি থেকে রক্ষা পেতে তোমার ছাতা কোন দিকে মেলে ধরতে হবে বের কর। **[BUTEX'24-25; BUET'06-07]**

Sol^n: ধরি, ছাতা বৃষ্টির দিকের সাথে θ কোণে ধরতে হবে।

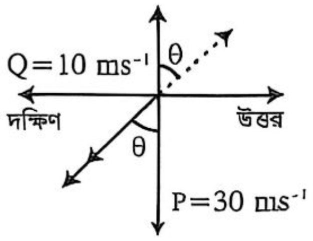
আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$

$= \frac{10\sin 90°}{30 + 10\cos 90°} = \frac{1}{3}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$

$= 18.435°$


$Q = 10\ \text{ms}^{-1}$
θ
দক্ষিণ
উত্তর
θ
$P = 30\ \text{ms}^{-1}$

যেহেতু বৃষ্টি উত্তর থেকে দক্ষিণ দিকে উল্লম্বের সাথে 18.435° কোণে পড়ছে। সুতরাং ছাতা উত্তর দিকে উল্লম্বের সাথে 18.435° কোণে ধরতে হবে। **(Ans.)**

04. 10 কিলোমিটার/ঘণ্টা বেগে বৃষ্টি পড়ছে এবং 60 কিলোমিটার/ঘণ্টা বেগে পূর্ব হতে পশ্চিমে বাতাস বইছে। পূর্ব হতে পশ্চিম অভিমুখী চলন্ত গাড়ীর গতিবেগ নির্ণয় কর যাতে (a) গাড়ীর সামনের ও পিছনের কাঁচ ভিজে, (b) শুধুমাত্র পিছনের কাঁচ ভিজে। **[RUET'04-05]**

Sol^n: বাতাসের বেগ $\vec{v}_w$, বৃষ্টির বেগ $\vec{v}_r$, গাড়ির বেগ $\vec{v}_C$,

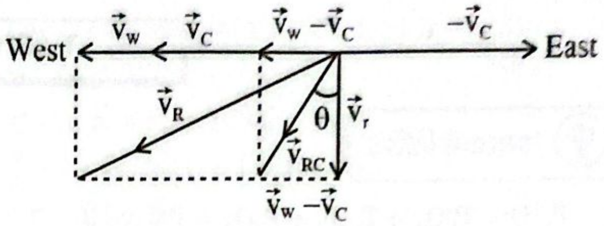
বাতাস ও বৃষ্টির লব্ধি বেগ, $\vec{v}_R = \vec{v}_r + \vec{v}_w \ldots\ldots\ldots (i)$

গাড়ির সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ, $\vec{v}_{RC} = \vec{v}_R - \vec{v}_C$

$= (\vec{v}_r + \vec{v}_w) - \vec{v}_C$ [(i) থেকে]

$|\vec{v}_w - \vec{v}_C| = |\vec{v}_w + (-\vec{v}_C)| = v_w - v_C$

[East থেকে West বরাবর শুধু $\vec{v}_w$ ও $(-\vec{v}_C)$ বেগ কাজ করছে]



$$\tan\theta = \frac{|\vec{v}_w - \vec{v}_C|}{|\vec{v}_r|} = \frac{v_w - v_C}{v_r}$$

(a) গাড়ির সামনের ও পেছনের কাঁচ ভিজলে,

$\theta = 0°$

$\Rightarrow \tan\theta = 0$

$\Rightarrow \frac{v_w - v_C}{v_r} = 0$

$\Rightarrow v_w = v_C$

$\therefore v_C = 60\text{kmh}^{-1}$ **(Ans.)**

পূর্ব → পশ্চিম

(b) শুধুমাত্র পিছনের কাঁচ ভিজলে, $\theta > 0°$

$\Rightarrow \tan\theta > 0$

$\Rightarrow \frac{v_w - v_C}{v_r} > 0$

$\Rightarrow v_w > v_C$

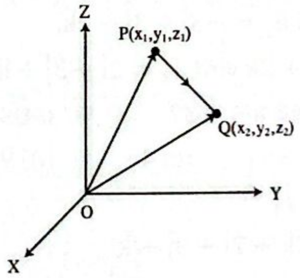
$\therefore v_C < 60\ \text{kmh}^{-1}$ **(Ans.)**

T-05: অবস্থান ভেক্টর ও সরণ ভেক্টর নির্ণয়

কনসেপ্ট রিভিউ

- P বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OP} = x_1\hat{i} + y_1\hat{j} + z_1\hat{k}$
- Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OQ} = x_2\hat{i} + y_2\hat{j} + z_2\hat{k}$
- সরণ ভেক্টর,

  $\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP} = (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. (i) কোন বিন্দু P এর স্থানাঙ্ক P (2, −3, 4) হলে বিন্দুটির অবস্থান ভেক্টর নির্ণয় কর। **[CUET'05-06]**

(ii) A (2, −1, 3) এবং B (−1, 2, −3) বিন্দুদ্বয়ের সংযোগকারী দিক রাশিটি নির্ণয় কর।

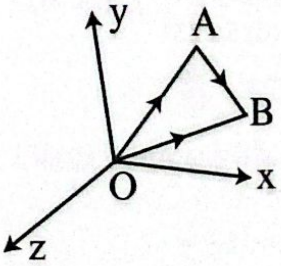
Sol^n: (i) $\vec{r} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$

(ii) $\overrightarrow{OB} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB}$

$\therefore \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}$

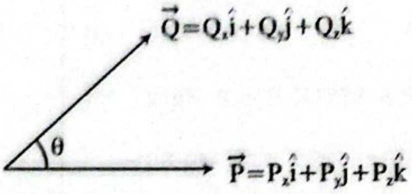
$= (-1 - 2)\hat{i} + (2 + 1)\hat{j} + (-3 - 3)\hat{k}$

$\therefore \overrightarrow{AB} = -3\hat{i} + 3\hat{j} - 6\hat{k}$ **(Ans.)**

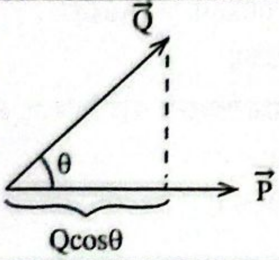
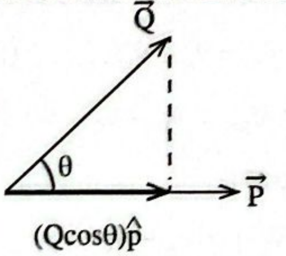
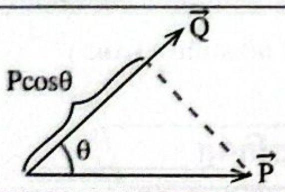
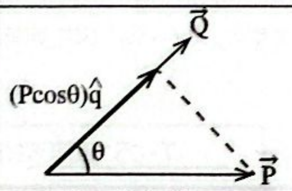


T-06: ভেক্টরের ডট গুণন

কনসেপ্ট রিভিউ


$\vec{Q}=Q_x\hat{i}+Q_y\hat{j}+Q_z\hat{k}$
θ
$\vec{P}=P_x\hat{i}+P_y\hat{j}+P_z\hat{k}$

- $\vec{P}\cdot\vec{Q}=P_xQ_x+P_yQ_y+P_zQ_z=PQ\cos\theta$
- ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta=\cos^{-1}\left(\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{PQ}\right)$
- ভেক্টরদ্বয় লম্ব হওয়ার শর্ত, $\vec{P}\cdot\vec{Q}=0$
- $\vec{P}$ ভেক্টরটির তিন অক্ষের সাথে কোণ যথাক্রমে, $\theta_x=\cos^{-1}\left(\frac{P_x}{P}\right);\theta_y=\cos^{-1}\left(\frac{P_y}{P}\right);\theta_z=\cos^{-1}\left(\frac{P_z}{P}\right)$
- লম্ব অভিক্ষেপ ও উপাংশ:

	লম্ব অভিক্ষেপ (স্কেলার)	উপাংশ (ভেক্টর)
$\vec{P}$ বরাবর $\vec{Q}$ এর	 $Q\cos\theta=\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{P}$	 $(Q\cos\theta)\hat{p}=\left(\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{P}\right)\left(\frac{\vec{P}}{P}\right)$
$\vec{Q}$ বরাবর $\vec{P}$ এর	 $P\cos\theta=\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{Q}$	 $(P\cos\theta)\hat{q}=\left(\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{Q}\right)\left(\frac{\vec{Q}}{Q}\right)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. তিনটি ভেক্টর রাশি $\vec{a}_1=-3\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k}$, $\vec{a}_2=-2\hat{i}-4\hat{j}+2\hat{k}$ এবং $\vec{a}_3=2\hat{i}+3\hat{j}+k$ হলে $\vec{a}_1\cdot(\vec{a}_2+\vec{a}_3)$ এর মান কত? [SUST'25-26]

(a) 6 (b) 3 (c) 4 (d) 9 ⓑ

Solⁿ: (b); $\vec{a}_2+\vec{a}_3$

$=-2\hat{i}-4\hat{j}+2\hat{k}+2\hat{i}+3\hat{j}+\hat{k}$

$=-\hat{j}+3\hat{k}$

$\therefore\vec{a}_1\cdot(\vec{a}_2+\vec{a}_3)=-3\times0+3\times(-1)+2\times3=3$

02. দুটি ভেক্টর $\vec{A}=2\hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k}$ এবং $\vec{B}=3\hat{i}+6\hat{j}+2\hat{k}$। এদের মধ্যবর্তী কোণ কত? [BUET'24-25]

(a) 63.92° (b) 33.74°
(c) 123.74° (d) 56.25° ⓑ

Solⁿ: $\theta=\cos^{-1}\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{AB}$

$=\cos^{-1}\frac{(2\hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k})\cdot(3\hat{i}+6\hat{j}+2\hat{k})}{\sqrt{4+4+9}\times\sqrt{9+36+4}}$

$=\cos^{-1}\frac{6+12+6}{7\sqrt{17}}=33.74°$

03. $\vec{A}=m\hat{i}+2\hat{j}-5\hat{k}$ এবং $\vec{B}=2\hat{i}+3\hat{j}+10\hat{k}$ পরস্পর দুটি লম্ব ভেক্টর হলে m এর মান কত? [BUET'24-25]

(a) −22 (b) 22
(c) 44 (d) −44 ⓑ

Solⁿ: $\vec{A}\cdot\vec{B}=0$

$\Rightarrow 2m+6-50=0$

$\Rightarrow m=22$

04. $3\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k}$ এবং $3\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? [BUET'24-25; KUET'16-17, 13-14, 12-13, 09-10]

(a) 0° (b) 90°
(c) 137° (d) কোনোটিই নয় ⓑ

Solⁿ: $(3\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k})\cdot(3\hat{i}-\hat{j}+\hat{k})$

$=3\times3+4\times(-1)+(-5)\times1$

$=9-4-5=0$

$\therefore\theta=\cos^{-1}(0)=90°$

05. $30\hat{i}(\hat{j}\cdot\hat{k})$ এর মান কত? [RUET'24-25]

(a) $30\hat{i}$ (b) $-30\hat{i}$
(c) $3\hat{i}$ (d) $\vec{0}$ (e) $\hat{i}$ ⓓ

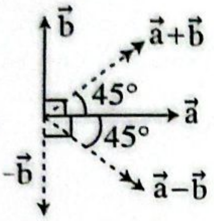
Sol^n^: $30\hat{i}(\hat{j}\cdot\hat{k}) = 30\hat{i}(1\cdot 1\cdot \cos 90^\circ)$

$= 30\hat{i}(0) = \vec{0}$

06. $\vec{a}$ ও $\vec{b}$ দুটি সমান ভেক্টর সমকোণে ক্রিয়া করলে $(\vec{a}+\vec{b})$ ও $(\vec{a}-\vec{b})$ এর ডট গুণফল কত? **[BUET'21-22]**

(a) 0 (b) 4a (c) 2a (d) None ⓐ

Sol^n^:



$\vec{a}+\vec{b}, \vec{a}-\vec{b}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° ∴ ডট গুণফল = 0

07. "a" এর কোন মানের জন্য ভেক্টর $a\hat{i}-2\hat{j}+\hat{k}$ এবং $2a\hat{i}-a\hat{j}-4\hat{k}$ একে অপরের সাথে লম্ব হবে? **[KUET'14-15, RUET' 09-10]**

(a) 3, 1 (b) 2, 4 (c) −2, 1
(d) 3, 2 (e) 1, 5 ⓒ

Sol^n^: $2a^2+2a-4=0 \Rightarrow a = 1, -2$

08. $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? **[BUTEX'11-12]**

(a) 0° (b) 90° (c) 30° (d) 45° ⓑ

Sol^n^: $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$ বা, $AB\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \cos\theta = 0 \therefore \theta = 90^\circ$

09. যদি $\vec{A} = \hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i}-\hat{j}+2\hat{k}$ হয়, তাহলে $\vec{A}+\vec{B}$ এবং $\vec{A}-\vec{B}$ মধ্যবর্তী কোণ হবে- **[BUET'07-08]**

(a) 60° (b) 30° (c) 90° (d) 120° ⓒ

Sol^n^: $\vec{A}+\vec{B} = 4\hat{i}+\hat{j}-\hat{k}$

$\vec{A}-\vec{B} = -2\hat{i}+3\hat{j}-5\hat{k}$

$(\vec{A}+\vec{B})\cdot(\vec{A}-\vec{B}) = -8+3+5 = 0$

∴ মধ্যবর্তী কোণ 90°

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষের স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $A(1+2\sqrt{3},1,2), B(1,1,2)$ ও $C(1,3,2)$। ভেক্টর পদ্ধতিতে $\overrightarrow{AB}$ ও $\overrightarrow{AC}$ এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় করো। **[BUET'25-26]**

Sol^n^: দেওয়া আছে, $A(1+2\sqrt{3},1,2), B(1,1,2)$ ও $C(1,3,2)$

সুতরাং, $\vec{A} = (1+2\sqrt{3})\hat{i}+\hat{j}+2\hat{k}$

$\vec{B} = \hat{i}+\hat{j}+2\hat{k}; \vec{C} = \hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k}$

এখন, $\overrightarrow{AB} = \vec{B}-\vec{A} = (1-1-2\sqrt{3})\hat{i}+(1-1)\hat{j}$
$+(2-2)\hat{k} = -2\sqrt{3}\hat{i}$

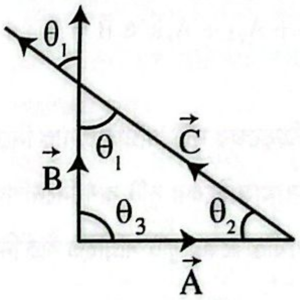
এবং $\overrightarrow{AC} = \vec{C}-\vec{A} = (1-1-2\sqrt{3})\hat{i}+(3-1)\hat{j}$
$+(2-2)\hat{k} = -2\sqrt{3}\hat{i}+2\hat{j}$

আমরা জানি, $\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC} = |\overrightarrow{AB}|\cdot|\overrightarrow{AC}|\cdot\cos\theta$

$$\therefore \theta = \cos^{-1}\left(\frac{\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}}{|\overrightarrow{AB}|\cdot|\overrightarrow{AC}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{(-2\sqrt{3})(-2\sqrt{3})+0}{2\sqrt{3}\times\sqrt{(2\sqrt{3})^2+2^2}}\right) = 30^\circ$$

∴ $\overrightarrow{AB}$ ও $\overrightarrow{AC}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 30°।

02. একটি ত্রিভুজের দুইটি বাহু দুইটি ভেক্টর $\vec{A} = 3\hat{i}+3\hat{j}-2\hat{k}$ ও $\vec{B} = 4\hat{i}-2\hat{j}+3\hat{k}$ দ্বারা চিত্রানুযায়ী গঠিত হলে, ত্রিভুজটির সকল কোণগুলি নির্ণয় করো। **[BUET'22-23]**



Sol^n^: দেওয়া আছে, $\vec{A} = 3\hat{i}+3\hat{j}-2\hat{k}$

এবং $\vec{B} = 4\hat{i}-2\hat{j}+3\hat{k}$

$\therefore \vec{C} = \vec{B}-\vec{A} = (4\hat{i}-2\hat{j}+3\hat{k})-(3\hat{i}+3\hat{j}-2\hat{k})$

$= \hat{i}-5\hat{j}+5\hat{k}$

$$\theta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{B}\cdot\vec{C}}{|\vec{B}|\,|\vec{C}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{4+10+15}{\sqrt{4^2+2^2+3^2}\times\sqrt{1^2+5^2+5^2}}\right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{29}{\sqrt{29}\times\sqrt{51}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{\sqrt{29}}{\sqrt{51}}\right) = 41.055^\circ \textbf{ (Ans.)}$$

$$\theta_3 = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}||\vec{B}|}\right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{12-6-6}{\sqrt{3^2+3^2+2^2}\sqrt{4^2+2^2+3^2}}\right)$$

$$= \cos^{-1}(0) = 90^\circ \textbf{ (Ans.)}$$

$$\theta_2 = 180^\circ-(\theta_1+\theta_3)$$
$$= 180^\circ-(41.055^\circ+90^\circ)$$
$$= 48.945^\circ$$

03. $\hat{i}+\hat{j}$ ভেক্টরের দিকে $\underline{A} = 2\hat{i}+3\hat{j}$ ভেক্টরের উপাংশ নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

Sol^n^: ধরি, $\underline{A} = 2\hat{i}+3\hat{j}$ এবং $\underline{B} = \hat{i}+\hat{j}$

$$\hat{b} = \frac{\underline{B}}{|\underline{B}|} = \frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{1+1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় উপাংশ} = \hat{b}\,\frac{A\cdot B}{|B|} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})\cdot\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot(2+3)$$

$$= \frac{5}{2}(\hat{i}+\hat{j}) \textbf{ (Ans.)}$$

04. এমন একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর, যা xy তলের সমান্তরাল এবং $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$ ভেক্টরের সমকোণে অবস্থিত। **[BUTEX'20-21]**

Solⁿ: ধরি, ভেক্টর $= x\hat{i}+y\hat{j}$

$\therefore (x\hat{i}+y\hat{j})\cdot(\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}) = 0$

$\Rightarrow x-y=0$

$\therefore x = y$

$\therefore$ একক ভেক্টর $= \pm\frac{x\hat{i}+y\hat{j}}{\sqrt{x^2+y^2}} = \pm\frac{x(\hat{i}+\hat{j})}{\sqrt{2}x} = \pm\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ **(Ans.)**

T-07: ভেক্টরের ক্রস গুণন

কনসেপ্ট রিভিউ

- $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে $\vec{P}\times\vec{Q} = PQ\sin\theta\,\hat{\eta}$
- $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ উভয় ভেক্টরের উপর লম্ব একক ভেক্টর $= \pm\frac{\vec{P}\times\vec{Q}}{|\vec{P}\times\vec{Q}|}$
- যদি $\vec{P} = P_x\hat{i}+P_y\hat{j}+P_z\hat{k}$ ও $\vec{Q} = Q_x\hat{i}+Q_y\hat{j}+Q_z\hat{k}$ হয় তাহলে, $\vec{P}\times\vec{Q} = \begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ P_x & P_y & P_z\\ Q_x & Q_y & Q_z\end{vmatrix} = 0$
- যখন দু'টি ভেক্টর সমান্তরাল:

  যদি দুটি ভেক্টর, $\vec{A} = A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$ ও $\vec{B} = B_x\hat{i}+B_y\hat{j}+B_z\hat{k}$ পরস্পর সমান্তরাল হয় তাহলে, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$ হবে।
- ক্ষেত্রফল নির্ণয়:

  (i) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা কোনো ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশিত হলে ঐ ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

  (ii) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা কোনো সামান্তরিকের দুটি কর্ণ নির্দেশিত হলে ঐ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

  (iii) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশিত হলে ঐ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= |\vec{A}\times\vec{B}|$
- আয়তন নির্ণয়:

  একটি সামান্তরিক ঘনবস্তুর বাহু তিনটি $\vec{a},\vec{b},\vec{c}$ হলে এর আয়তন, $V = \vec{a}\cdot(\vec{b}\times\vec{c}) = \vec{b}\cdot(\vec{c}\times\vec{a}) = \vec{c}\cdot(\vec{a}\times\vec{b}) = \begin{vmatrix}a_x & a_y & a_z\\ b_x & b_y & b_z\\ c_x & c_y & c_z\end{vmatrix}$
- তিনটি ভেক্টর $\vec{a},\vec{b}$ ও $\vec{c}$ সমতলীয় হওয়ার শর্ত: $\begin{vmatrix}a_x & a_y & a_z\\ b_x & b_y & b_z\\ c_x & c_y & c_z\end{vmatrix}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. যদি $\vec{A} = 3\hat{i}+4\hat{j}+5\hat{k}, \vec{B} = 2\hat{i}-6\hat{j}-4\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 2\hat{i}+a\hat{j}+3\hat{k}$ তিনটি সমতলীয় ভেক্টর হয়, তাহলে a এর মান কত? **[BUET'24-25, 23-24]**

(a) $\frac{-25}{11}$ (b) $\frac{11}{25}$ (c) $\frac{25}{11}$ (d) $-\frac{11}{25}$ ⓒ

Solⁿ: সমতলীয় হওয়ার শর্ত, $\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C}) = 0$

$\Rightarrow \begin{vmatrix}3 & 4 & 5\\ 2 & -6 & -4\\ 2 & a & 3\end{vmatrix} = 0$

$\Rightarrow 3(-18+4a)-4(6+8)+5(2a+12) = 0$

$\Rightarrow -54+12a-56+10a+60 = 0$

$\Rightarrow 22a = 50 \therefore a = \frac{25}{11}$

02. $\vec{A} = 4\hat{i}+m\hat{j}+2\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i}+4\hat{j}+n\hat{k}$ পরস্পর সমান্তরাল হলে m ও n এর মান যথাক্রমে কোনটি? **[RUET'24-25; SUST'16-17, KUET'10-11]**

(a) 4, 2 (b) 2, 4 (c) 2, 8
(d) 8, 1 (e) 8, 4 ⓓ

Solⁿ: সমান্তরাল হলে, $\frac{4}{2} = \frac{m}{4} = \frac{2}{n} \therefore m = 8, n = 1$

03. $\vec{R}_1 = 3\hat{i}-2\hat{j}+7\hat{k}$ এবং $\vec{R}_2 = 5\hat{i}+6\hat{j}-3\hat{k}$ একটি সামান্তরিকের দুইটি কর্ণ নির্দেশ করলে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো। **[CKRUET'23-24; KUET'14-15]**

(a) 32.14 m^2 (b) 18.55 units
(c) 31.68 units (d) 33.64 cm^2
(e) 29.05 units ⓒ

Solⁿ: সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল

$= \frac{1}{2}|\text{কর্ণ}\times\text{কর্ণ}| = \frac{1}{2}|\vec{R}_1\times\vec{R}_2|$

এখন, $\vec{R}_1 \times \vec{R}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & -2 & 7 \\ 5 & 6 & -3 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(6-42) - \hat{j}(-9-35) + \hat{k}(18+10)$

$\therefore \vec{R}_1 \times \vec{R}_2 = -36\hat{i} + 44\hat{j} + 28\hat{k}$

$\therefore |\vec{R}_1 \times \vec{R}_2| = \sqrt{(-36)^2 + 44^2 + 28^2} = 63.37$ বর্গ একক।

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{R}_1 \times \vec{R}_2| = \frac{1}{2} \times 63.37$

$= 31.68$ বর্গ একক

04. একক ভেক্টর (Unit vector)-এর ক্ষেত্রে কোন মানটি সঠিক? **[BUTEX'17-18]**

(a) $\hat{i} \times \hat{i} = 1$ (b) $\hat{i} \times \hat{j} = 0$

(c) $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ (d) $\hat{i} \times \hat{i} = -1$ ⓒ

05. একটি সামান্তরিকের সন্নিহিত বাহু দুইটি যথাক্রমে $\vec{A} = (3\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})$m এবং $\vec{B} = (2\hat{i} - \hat{j} - \hat{k})$m। সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল কত? **[KUET'18-19, RUET'14-15]**

(a) 5.92m^2 (b) 2.76m^2 (c) 10.39m^2

(d) 2.96m^2 (e) 2.56m^2 ⓐ

Sol^n: $|\vec{A} \times \vec{B}| = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 1 & -2 \\ 2 & -1 & -1 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-1-2) - \hat{j}(-3+4) + \hat{k}(-3-2)$

$= -3\hat{i} - \hat{j} - 5\hat{k}$

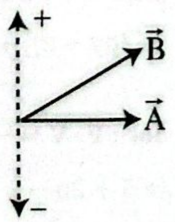
$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{9+1+25} = 5.92\ \text{m}^2$

06. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের লম্ব বরাবর একক ভেক্টরের রাশিমালা– **[BUTEX'17-18]**

(a) $\hat{\eta} = \frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{\vec{A}\times\vec{B}}$ (b) $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$

(c) $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\cdot\vec{B}|}$ (d) $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$ ⓑ

Sol^n: কোনো ভেক্টর রাশিকে তার মান দ্বারা ভাগ করলে একক ভেক্টর পাওয়া যায়, যার মান 1।



$\hat{\eta} = \pm\frac{\bar{A}\times\bar{B}}{|\bar{A}\times\bar{B}|}$ [ক্রস গুণন করলে লম্ব দিকে ভেক্টর পাওয়া যায়।]

07. দুইটি ভেক্টরের স্কেলার গুণফল 20 একক। এদের ভেক্টর গুণফলের মান $6\sqrt{2}$ একক। ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? **[KUET'17-18, 11-12]**

(a) 30° (b) 24°2′ (c) 22°59′

(d) 22°14′ (e) 23°58′ ⓒ

Sol^n: $\tan\theta = \frac{AB\sin\theta}{AB\cos\theta} = \frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{\vec{A}\cdot\vec{B}} = \frac{6\sqrt{2}}{20}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{6\sqrt{2}}{20}\right) = 22°59'$

08. নিম্নলিখিত ভেক্টর প্রোডাক্টের মান বাহির কর:

$(2\hat{i} - 3\hat{j}) \cdot |(\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}) \times (3\hat{i} - \hat{k})|$ **[CUET'11-12]**

(a) 4 (b) 8

(c) –4 (d) None of these ⓓ

Sol^n: $\underbrace{(2\hat{i} - 3\hat{j})}_{\text{vector}} \cdot \underbrace{|(\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}) \times (3\hat{i} - \hat{k})|}_{\text{scalar}}$

উভয় রাশি-ই ভেক্টর না হলে ডট/স্কেলার গুণ করা যায় না।

09. যদি $\overrightarrow{AB} = 2\hat{i} + \hat{j}$ এবং $\overrightarrow{AC} = 3\hat{i} + \hat{j} + 5\hat{k}$ হয়, তবে AB ও AC কে সন্নিহিত বাহু ধরে অঙ্কিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল হবেঃ **[BUET'07-08]**

(a) $8\sqrt{5}$ (b) $5\sqrt{6}$ (c) $3\sqrt{14}$ (d) $6\sqrt{5}$ ⓒ

Sol^n: $\overrightarrow{AB} \times \overrightarrow{AC} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 5 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(5) - \hat{j}(10) + \hat{k}(2-3) = 5\hat{i} - 10\hat{j} - \hat{k}$

$\therefore$ Area $= \sqrt{25+100+1} = \sqrt{126} = 3\sqrt{14}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$ তিনটি ভেক্টর। দেখাও যে, ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থিত। **[BUTEX'04-05]**

Sol^n: $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$,

$\vec{C} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$

এখন, $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = \begin{vmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 3 & -2 & 4 \\ 1 & -3 & 5 \end{vmatrix}$

$= 2(-10+12) - 1(15-4) - 1(-9+2)$

$= 4 - 11 + 7 = 0$

$\therefore$ ভেক্টরত্রয় সমতলীয়।

02. $\vec{A} \cdot \vec{A}$ এবং $\vec{A} \times \vec{A}$ এর মান নির্ণয় কর। **[BUTEX'18-19]**

Sol^n: $\vec{A} \cdot \vec{A} = |\vec{A}| \cdot |\vec{A}| \cdot \cos 0° = |\vec{A}|^2 = A^2$ **(Ans.)**

$\vec{A} \times \vec{A} = |\vec{A}||\vec{A}| \sin 0°\ \hat{\eta} = \underline{0}$ ($\underline{0}$ হল শূন্য বা নাল ভেক্টর)

$\therefore |\vec{A} \times \vec{A}| = 0$ **(Ans.)**

T-08: গ্রেডিয়েন্ট, ডাইভারজেন্স এবং কার্ল

কনসেপ্ট রিভিউ

- ভেক্টর অপারেটর, $\vec{\nabla} = \hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}$
- স্কেলার ক্ষেত্র $\varphi(x, y, z)$ এর গ্রেডিয়েন্ট, $\text{grad}\,\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_x\hat{i} + V_y\hat{j} + V_z\hat{k}$ এর ডাইভারজেন্স, $\text{div}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\cdot\vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_x\hat{i} + V_y\hat{j} + V_z\hat{k}$ এর কার্ল, $\text{curl}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\times\vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix}$
- $|\text{Curl}\,\vec{V}| = 0$ হলে ক্ষেত্রটি অঘূর্ণনশীল ও বলটি সংরক্ষণশীল।
- $|\text{Curl}\,\vec{V}| \neq 0$ হলে ঘূর্ণনশীল ও বলটি অসংরক্ষণশীল।
- $(\text{div}\,\vec{V} > 0) \rightarrow$ অপসারী, Density কমে, Volume বাড়ে।
- $(\text{div}\,\vec{V} < 0) \rightarrow$ অভিসারী, Density বাড়ে, Volume কমে।
- $(\text{div}\,\vec{V} = 0) \rightarrow$ ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল, Density ও Volume ধ্রুবক।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. $\vec{r}$ সলিনয়ডাল হলে, $\vec{\nabla}\cdot\vec{r} = ?$ [BUET'24-25]

(a) 0 (b) > 0 (c) < 0 (d) None ⓐ

02. অবস্থান ভেক্টরের ডাইভারজেন্সের মান কত? [BUET'24-25]

(a) 3 (b) 0 (c) 1 (d) 2 ⓐ

Solⁿ: $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

$\text{div}\,\vec{r} = \frac{\partial}{\partial x}(x) + \frac{\partial}{\partial y}(y) + \frac{\partial}{\partial z}(z) = 1 + 1 + 1 = 3$

03. কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স $2(x + y + z)$ হলে ভেক্টরটি কী? [SUST'24-25]

(a) $x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ (b) $x^2\hat{i} + y^2\hat{j} + z\hat{k}$

(c) $x^2\hat{i} + y^2\hat{j} + z^2\hat{k}$ (d) $x\hat{i} + y^2\hat{j} + z^2\hat{k}$ ⓒ

Solⁿ: $\vec{\nabla}\cdot\left(x^2\hat{i} + y^2\hat{j} + z^2\hat{k}\right) = 2(x + y + z)$

04. If $\varphi = 2xy^4 - x^2z$, then determine $\vec{\nabla}\varphi$ at point $(2, -1, 2)$. ($\varphi = 2xy^4 - x^2z$ হলে, $(2, -1, 2)$ বিন্দুতে $\vec{\nabla}\varphi$ এর মান নির্ণয় কর।) [IUT'21-22]

(a) $-(16\hat{i} + 16\hat{j} + 4\hat{k})$ (b) $-(6\hat{i} + 4\hat{j} + 4\hat{k})$

(c) $-(6\hat{i} + 6\hat{j} + 4\hat{k})$ (d) $-(6\hat{i} + 16\hat{j} + 4\hat{k})$ ⓓ

Solⁿ: $\varphi = 2xy^4 - x^2z$

$\vec{\nabla}\varphi = \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)(2xy^4 - x^2z)$

$= \frac{\delta\varphi}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta\varphi}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta\varphi}{\delta z}\hat{k}$

$= (2y^4 - 2zx)\hat{i} + (2x\cdot 4y^3)\hat{j} + (-x^2)\hat{k}$

$\vec{\nabla}\varphi_{(2,-1,2)} = \{2(-1)^4 - 2\cdot 2\cdot 2\}\hat{i}$

$+\{2\cdot 2\cdot 4(-1)^3\}\hat{j} + (-2^2)\hat{k}$

$= -6\hat{i} - 16\hat{j} - 4\hat{k} = -(6\hat{i} + 16\hat{j} + 4\hat{k})$

05. a, b ও c এর মান কত হলে $\vec{V} = (x + y + az)\hat{i} + (bx + 3y - z)\hat{j} + (3x + cy + z)\hat{k}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হবে? [CUET'15-16]

(a) $(3, 1, 1)$ (b) $(3, -1, -1)$

(c) $(-3, 1, -1)$ (d) $(3, 1, -1)$ ⓓ

Solⁿ: $\vec{\nabla}\times\vec{V} = 0$

$\Rightarrow \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x + y + az & bx + 3y - z & 3x + cy + z \end{vmatrix} = 0$

$\Rightarrow \hat{i}(c + 1) + \hat{j}(a - 3) + \hat{k}(b - 1) = 0$

$\Rightarrow a = 3, b = 1, c = -1$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. p এর মান কত হলে ভেক্টর $\vec{V} = (5x + 2y)\hat{i} + (2py - z)\hat{j} + (x - 2z)\hat{k}$ সলিনয়ডাল হবে? [IUT'21-22; RUET'15-16]

Solⁿ: $\vec{\nabla}\cdot\vec{V} = \frac{\partial(5x+2y)}{\partial x} + \frac{\partial(2py-z)}{\partial y} + \frac{\partial(x-2z)}{\partial z} = 0$

$\Rightarrow 5 + 2p - 2 = 0$

$\Rightarrow p = -\frac{3}{2}$ **(Ans.)**

T-09: বিবিধ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

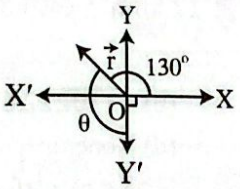
01. কোনটি ভেক্টর রাশি নয়? **[SUST'24-25]**

(a) তাপমাত্রা (b) চৌম্বকবল
(c) বেগ (d) তড়িৎ প্রাবল্য ⓐ

02. xy সমতলে একটি ভেক্টর x-অক্ষের সাথে 130° কোণ তৈরি করে। ভেক্টরটি ঋণাত্মক y-অক্ষের সাথে কত কোণ তৈরি করবে? **[BUET'21-22]**

(a) $-130°$ (b) $40°$
(c) $140°$ (d) $-40°$ ⓒ

Solⁿ:



এখানে, $\theta + 90° + 130° = 360°$

$\Rightarrow \theta = 360° - 220° = 140°$

03. কোন দুটি স্কেলার রাশি? **[BUTEX'14-15]**

(a) তড়িৎক্ষেত্র, তড়িৎ বিভব
(b) গতিশক্তি, বেগ
(c) কেন্দ্রীয় বল, তাপমাত্রা (d) চার্জ, কম্পাঙ্ক ⓓ

Solⁿ: তড়িৎ ক্ষেত্র, বেগ, বল ভেক্টর রাশি।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. যদি $\vec{r} = bt^2\hat{i} + ct^3\hat{j}$ হয়, যেখান b ও c ধনাত্মক ধ্রুবক। কখন বেগ ভেক্টর x ও y অক্ষের সাথে 45° কোণে থাকবে? **[BUTEX'22-23]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\vec{r} = bt^2\hat{i} + ct^3\hat{j}$

$\therefore$ বেগ, $\frac{d}{dt}(\vec{r}) = \vec{v} = \frac{d}{dt}(bt^2\hat{i} + ct^3\hat{j})$

$\Rightarrow \vec{v} = 2bt\hat{i} + 3ct^2\hat{j}$

এখন, $\vec{v}$ ভেক্টরটির x অক্ষের সাথে কোণ, $\theta = 45°$

$\therefore \tan 45° = \frac{3ct^2}{2bt}$

$\Rightarrow 3ct^2 - 2bt = 0$

$\Rightarrow t(3ct - 2b) = 0$

$\therefore t = 0, t = \frac{2b}{3c}$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. দুটি একক ভেক্টরের সমষ্টি একটি একক ভেক্টর। এদের বিয়োগফল কত? [ইসহাক স্যার]

(a) $\sqrt{2}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $\sqrt{4}$ (d) $\sqrt{7}$

02. দুটি ভেক্টর রাশির বৃহত্তর ও ক্ষুদ্রতর লব্ধিদ্বয় যথাক্রমে 28 একক এবং 4 একক। রাশি দুটি পরস্পরের সাথে 90° কোণে কোনো একটি কণার ওপর ক্রিয়া করল। লব্ধির মান কত? [ইসহাক স্যার]

(a) 28 unit (b) 24 unit
(c) 20 unit (d) কোনোটিই নয়

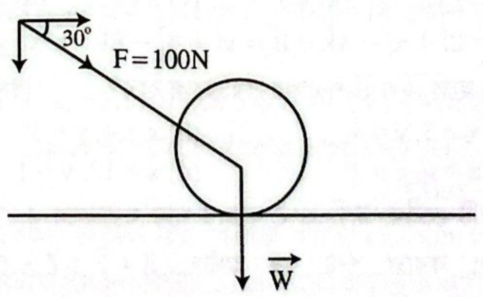
03. কোনো ভেক্টর R কে যদি দুটি পরস্পর লম্ব উপাংশে বিভাজিত করা হয় তাহলে R এর সাথে- [তপন স্যার]

(i) α কোণে উপাংশের মান $X = R\cos\alpha$
(ii) $(90° - \alpha)$ কোণে উপাংশের মান $Y = R\sin\alpha$
(iii) β কোণে উপাংশের মান $Y = R\sin\beta$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. একটি লনরোলারের ভর 10 kg। এর উপর নিচের চিত্রের ন্যায় বল প্রয়োগ করা হয়েছে। [$g = 9.8\ ms^{-2}$] [তফাজ্জল স্যার]



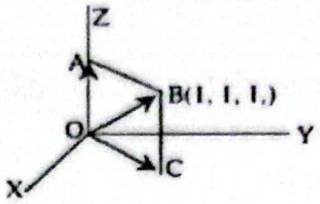
লন রোলারটির আপাত ওজন বৃদ্ধির পরিমাণ কত?

(a) 50 N (b) 86.6 N
(c) 98 N (d) 148 N

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. c	03. a	04. a

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



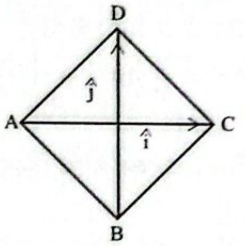
05. $\overrightarrow{OC}$ ভেক্টর কোনটি? [ইস্হাক স্যার, প্রামাণিক স্যার]

(a) $\hat{i}+\hat{j}$
(b) $\hat{j}+\hat{k}$
(c) $\hat{i}+\hat{k}$
(d) $\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$

06. OABC ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল- [ইস্হাক স্যার]

(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
(b) $\sqrt{2}$
(c) 2
(d) $2\sqrt{3}$

07. চিত্রে কর্ণদ্বয় হচ্ছে $\overrightarrow{AC}=\hat{i}$ ও $\overrightarrow{BD}=\hat{j}$ [ইস্হাক স্যার]



$\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সঠিক রূপ কোনটি?

(a) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{4}$ (b) $\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}$ (c) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}$ (d) $\frac{\hat{j}-\hat{i}}{2}$

08. $2\hat{i}+3\hat{j}$ ভেক্টর- [ইস্হাক স্যার]

(i) এর মান $\sqrt{13}$
(ii) XY তলে অবস্থান করে
(iii) Z অক্ষের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

09. যদি $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ এবং $\vec{B}=2\hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$ হয়, তবে $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কত? [প্রামাণিক স্যার]

(a) $1/\sqrt{3}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $2\sqrt{3}$ (d) $2/\sqrt{3}$

10. $\vec{A}=2\hat{i}+x\hat{j}-4\hat{k}$ ও $\vec{B}=y\hat{i}+6\hat{j}-8\hat{k}$। x ও y-এর মান কত হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল হবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) $x=3, y=4$
(b) $x=4, y=3$
(c) $x=6, y=2$
(d) $x=12, y=1$

11. তিনটি ভেক্টর, $\vec{a}, \vec{b}$ ও $\vec{c}$ যাদের মান যথাক্রমে 4, 3 এবং 5, যোগ করলে শূন্য হয় অর্থাৎ, $\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}=0$ তাহলে $|\vec{c}\times(\vec{a}\times\vec{b})|$ এর মান হলো- [তপন স্যার]

(a) 12 (b) 60 (c) 25 (d) 15

নিচের তথ্যের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো গতিশীল কণার কোনো মুহূর্তের অবস্থান ভেক্টর $\vec{r}=\hat{i}\cos 5t+\hat{j}\sin 5t$.

12. কণার তাৎক্ষণিক বেগ $\vec{v}$ হবে- [সেলু স্যার]

(a) $5(\hat{j}\cos 5t-\hat{i}\sin 5t)$
(b) $(\hat{j}\cos 5t-\hat{i}\sin 5t)$
(c) $5(\hat{i}\cos 5t+\hat{j}\sin 5t)$
(d) $(\hat{j}\cos 5t+\hat{i}\sin 5t)$

13. $\vec{r}$ ভেক্টরের ক্ষেত্রটি হল- [সেলু স্যার]

(i) সলিনয়ডাল (ii) অঘূর্ণনশীল (iii) ঘূর্ণনশীল

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

14. $\vec{A}=(px+y)\hat{i}+(y-2z)\hat{j}+(x+3z)\hat{k}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে যদি $p=?$ [ইস্হাক স্যার, প্রামাণিক স্যার]

(a) 2 (b) 4 (c) 3 (d) −4

15. স্রোত না থাকলে একজন লোক 4 মিনিটে সাঁতার কেটে আড়াআড়িভাবে 100 মিটার প্রশস্ত একটি নদী অতিক্রম করতে পারবে এবং স্রোত থাকলে তার সময় লাগে 5 মিনিট। স্রোতের বেগ নির্ণয় কর।

(a) 10 m/min
(b) 20 m/min
(c) 15 m/min
(d) 25 m/min

16. একজন লোক পশ্চিম দিক বরাবর 5 kmh^{-1} বেগে চলছে। বৃষ্টি উল্লম্বভাবে তার মাথার উপর 12 kmh^{-1} বেগে পড়ছে। বৃষ্টির প্রকৃত বেগ কত?

(a) $13\angle 22.6°$
(b) $\sqrt{119}\angle 22.6°$
(c) $17\angle 45°$
(d) None

17. একটি বাক্সের তিনটি ধার $\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}+4\hat{k}\,;B=4\hat{j}$ ও $\vec{C}=5\hat{j}+3\hat{k}$ ভেক্টর তিনটি দ্বারা সূচিত হয়। বাক্সটির আয়তন কত?

(a) 12 (b) 15 (c) 24 (d) 32

18. $\vec{A}=2a\hat{i}+a\hat{j}-a\hat{k},\ \vec{B}=a\hat{i}-2\hat{j}+\hat{k}$ এবং $\vec{A}\perp\vec{B}$ হলে, $a=?$

(a) 2, −3 (b) −1, 3 (c) 0, $\frac{3}{2}$ (d) 3, −2

19. $|\vec{a}\times\vec{b}|^2+|\vec{a}.\vec{b}|^2=144\,;|\vec{a}|=3$ হলে $|\vec{b}|=?$

(a) 16 (b) 8 (c) 3 (d) 4

20. একটি নদীতে স্রোতের বেগ x kmh^{-1}। যদি একটি নৌকাকে 2x kmh^{-1}। বেগে চালনা করা হয়, তবে নৌকাটিকে স্রোতের সাথে কত কোণে চালালে তা সোজাসুজি অপর পাড়ে পৌঁছাবে?

(a) 60° (b) 240° (c) 120° (d) 90°

21. বায়ু ভূমির সমান্তরালে উত্তর দিকে 5 kmh^{-1} বেগে প্রবাহিত হলে, (i) পূর্বদিকে, (ii) পশ্চিম দিকে এবং (iii) খাড়া উপরের দিকে উপাংশ কত?

(a) 0,0,1 (b) 5,0,0 (c) 5,5,0 (d) 0,0,0

MCQ উত্তরমালা

05. a	06. b	07. b	08. d	09. b
10. a	11. b	12. a	13. b	14. d
15. c	16. a	17. c	18. c	19. d
20. c	21. d			

22. $4\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে প্রবাহিত নদী সোজাসুজি পাড়ি দিতে একটি নৌকার কত সময় লাগবে? [যখন নৌকার বেগ $5\ \text{kmh}^{-1}$, নদীর প্রস্থ 1000m]

(a) $\frac{1}{\sqrt{41}}$hr (b) $\sqrt{40}$hr (c) 0.9hr (d) $\frac{1}{3}$hr

23. পরস্পর সমকোণে চলমান দু'টি বস্তু প্রতি সেকেন্ডে 6m ও 8m বেগে চলতে থাকলে একটির সাপেক্ষে অপরটির বেগ কত?

(a) 10ms^{-1} (b) 8ms^{-1} (c) 6ms^{-1} (d) 12ms^{-1}

24. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে, $\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{A}) = ?$

(a) $A^2B\cos\theta$ (b) $A^2B\sin\theta$
(c) 0 (d) A^2B

25. একটি গাড়ির পূর্ব দিকে 50m, তারপর উত্তর দিকে 30 m এবং এরপর উত্তর-পশ্চিম দিকে 30 m গেল। যাত্রাস্থান থেকে গাড়িটির সর্বমোট সরণ নির্ণয় কর।

(a) 85.75 m (b) 78.55 m (c) 58.75 m (d) 75.58 m

MCQ উত্তরমালা

22. d	23. a	24. c	25. c	

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি জাহাজ প্রতি ঘণ্টায় 20 km বেগে পূর্ব দিকে গতিশীল। একটি নৌকা উত্তরের সাথে 30° কোণ করে পূর্ব দিকে যাচ্ছে। নৌকার বেগ কত হলে জাহাজটি থেকে মনে হবে নৌকাটি সর্বদাই উত্তর দিকে যাচ্ছে? [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $40\ \text{kmh}^{-1}$]**

02. একটি ভেক্টর $\overline{OA}$-এর আদি বিন্দু ও অন্তিম বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $(0,0,0)$ এবং $(4,-5,6)$। ভেক্টরটিকে স্থানাঙ্কের সাহায্যে প্রকাশ কর। এর পরম মান নির্ণয় কর এবং ভেক্টরটির অভিমুখে একক ভেক্টর নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]

[Ans: $4\hat{i}-5\hat{j}+6\hat{k}, \sqrt{77}$ একক, $\frac{4\hat{i}-5\hat{j}+6\hat{k}}{\sqrt{77}}$]

03. $\vec{P} = -6\hat{i} + a\hat{j} - 12\hat{k}$ যদি $(1,1,-1)$ বিন্দুতে $\vec{A} = xz^2\hat{i} - 2x^3y\hat{j} + 3yz^3\hat{k}$-এর কার্ল ভেক্টরের সমান্তরাল হয় তবে 'a' এর মান নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: −4]**

04. $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} - 6\hat{k}$। ভেক্টরটির সঙ্গে $\vec{B}$ যোগ করলে, X-অক্ষ বরাবর একটি একক ভেক্টর পাওয়া যায়। তাহলে $\vec{B}$ ভেক্টরটি নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $-\hat{i} - 4\hat{j} + 6\hat{k}$]**

05. A, B এবং C বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (1, 2, 3), (2, 3,1) এবং (3, 1, 2)। ভেক্টর পদ্ধতিতে বাহু তিনটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় করে ABC ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]

[Ans: $\frac{3\sqrt{3}}{2}$ বর্গ একক।]

06. $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ এবং $\vec{B} = 7\hat{i} + 24\hat{j}$; এমন একটি ভেক্টর নির্ণয় কর যার মান $\vec{B}$-এর সমান এবং অভিমুখ $\vec{A}$-এর সমান্তরাল।

[ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $15\hat{i} + 20\hat{j}$]**

07. $\vec{R} = 5\hat{i} - 2\hat{j} - 6\hat{k}$ হলে $\vec{R}$ ভেক্টরটির X, Y ও Z অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ নির্ণয় করো। [তপন স্যার]

[Ans: 51.67°, 104.36°, 138.09°]

08. $\vec{A} = 5\hat{i} - 2\hat{j} + 6\hat{k}$, $\vec{B} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 6\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + m\hat{j} + 3\hat{k}$। m-এর মান কত হলে ঘনবস্তুর আয়তন 9 ঘন একক হবে? [তপন স্যার, প্রামাণিক স্যার] **[Ans: −1]**

09. ঘণ্টায় 40 km বেগে পূর্বদিকে চলমান একটি গাড়ির চালক ঘণ্টায় $40\sqrt{3}$ km বেগে একটি ট্রাককে উত্তর দিকে চলতে দেখল। ট্রাকটি প্রকৃতপক্ষে কোন দিকে কত বেগে চলছে? [প্রামাণিক স্যার]
[Ans: গাড়ির প্রকৃত বেগ $80\ \text{kmh}^{-1}$ এবং দিক হলো পূর্বদিকের সাথে 60° কোণে উত্তর দিকে।]

10. যদি, $\vec{r}_1 = 2\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$, $\vec{r}_2 = \hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{r}_3 = -2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$ এবং $\vec{r}_4 = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{k}$ হয় তবে a, b ও c এর মান নির্ণয় কর যেন $\vec{r}_4 = a\vec{r}_1 + b\vec{r}_2 + c\vec{r}_3$ হয়। [প্রামাণিক স্যার]

[Ans: a = −2, b = 1, c = −3]

11. $\vec{A} = 2xz^2\hat{i} - xy\hat{j} + 3xz^3\hat{k}$ এবং $\phi = x^2yz$ হলে (1, 1, 1) বিন্দুতে নির্ণয় করো (a) $\vec{\nabla}\times\vec{A}$ (b) $\vec{\nabla}\times(\phi\vec{A})$ (c) $\vec{\nabla}\times(\vec{\nabla}\times\vec{A})$ [প্রামাণিক স্যার]

[Ans: (a) $\hat{j} - \hat{k}$ (b) $4\hat{i} - 3\hat{j} - 5\hat{k}$ (c) $4\hat{i} + 4\hat{k}$]

12. $F = (x + 3y)\hat{i} + (ay - 2z)\hat{j} + (x + 4z)\hat{k}$,
$\vec{V} = 4xy^3\,\hat{i} - 3x^2yz\hat{j} - 3xyz\hat{k}$
এবং $\phi = 2x^2yz + 2xyz + 2xz^3$ [সেলু স্যার]

(i) $(1,-1,1)$ বিন্দুতে $\text{div}\,\vec{V}$ নির্ণয় কর। অথবা, উদ্দীপকের ভেক্টর $\vec{V}$ কী চোঙাকৃতি (Solinoidal)?

[Ans: −4 বা, $\vec{V}$ চোঙাকৃতি নয়।]

(ii) $(1,1,-1)$ বিন্দুতে $\text{curl}\,\vec{V}$ নির্ণয় কর। অথবা, উদ্দীপকের ভেক্টর $\vec{V}$ কি ঘূর্ণনশীল (অসংরক্ষণশীল)?
[Ans: $6\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k}$ বা $\vec{V}$ ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল।]

(iii) a-এর মান কত হলে $\vec{F}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে?

[Ans: −5]

(iv) $(2,-1,1)$ বিন্দুতে $\vec{\nabla}\phi$ নির্ণয় কর। অথবা, স্কেলার ক্ষেত্র ϕ কে কীভাবে ভেক্টর ক্ষেত্রে রূপান্তর করা যায়?

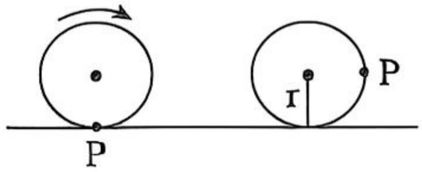
[Ans: $-8\hat{i} + 12\hat{j}$]

13. একজন সাঁতারু স্থির পানিতে ঘণ্টায় $2\sqrt{2}$ km বেগে সাঁতার কাটতে পারেন। ঘণ্টায় 2 km বেগের স্রোতযুক্ত একটি নদী তিনি সাঁতার কেটে পার হচ্ছেন। (i) সর্বাপেক্ষা কম দূরত্ব অতিক্রম করে অপর তীরে পৌঁছাতে হলে তাকে কোন দিকে সাঁতার কাটতে হবে?

(ii) সর্বাপেক্ষা কম সময়ে নদী পার হতে হলে তাকে কোন দিকে সাঁতার কাটতে হবে? (iii) নদীর প্রস্থ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ km হলে, সেক্ষেত্রে অপর পাড়ে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে? [সেলু স্যার]

[Ans: 135°; 90°; 21.21 min]

14. $4\ \text{ms}^{-1}$ বেগে প্রবাহিত একটি নদীর এক পাড়ে দাঁড়ানো একজন চোর ঠিক বিপরীত দিকে পুলিশের বোট দেখে স্রোতের দিকে নদীর পার বরাবর সমবেগে দৌড়াতে থাকল। বোটের বেগ $5\ \text{ms}^{-1}$ এবং বোটটি স্রোতের সাথে $60°$ কোণে চলছে। পুলিশের বোট চোরকে ধরে ফেললে চোরের বেগ কত? **[Ans: $6.5\ \text{ms}^{-1}$]**

15. 

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01]

$r = 45$ cm হলে, P এর সরণ কত? **[Ans: 260.97 cm]**

16. F মানের একটি বলকে দুটি উপাংশে বিশ্লেষণ করলে, একটি উপাংশ যদি বলটির সমমানের হয় এবং এর সাথে সমকোণ উৎপন্ন করে তবে অপর উপাংশটির মান ও দিক নির্ণয় করো। **[প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02]**

[Ans: অপর উপাংশের মান $\sqrt{2}$ F এবং দিক F এর সাথে $45°$ কোণে এবং প্রথম উপাংশের সাথে $135°$ কোণে।]

17. একটি স্রোতস্বিনী নদীতে এমনভাবে নৌকা চালনা করা হলো যেন, সেটি ন্যূনতম পথে অপর তীরে পৌঁছায়। এতে যে সময় লাগে, নদীতে স্রোত না থাকলে তার অর্ধেক সময় লাগে। নৌকার বেগ $2\ \text{ms}^{-1}$ হলে স্রোতের বেগ কত? **[Ans: $\sqrt{3}\ \text{ms}^{-1}$]** **[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03]**

18. একই দিকে একজন ব্যক্তি একবার 2ms^{-1} বেগে আর একবার 4ms^{-1} বেগে চললে বৃষ্টির ফোঁটা যথাক্রমে তার মাথায় উল্লম্বভাবে ও $45°$ কোণে পড়ে। বৃষ্টির বেগের দিক নির্ণয় করো এবং বৃষ্টির ফোঁটার বেগ নির্ণয় করো। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04]**

[Ans. $45°$ উল্লম্বের সাথে, $2\sqrt{2}\text{ms}^{-1}$]

19. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর যেখানে $\vec{A} = a\hat{i}$ এবং $\vec{B} = a(\cos\omega t\,\hat{i} + \sin\omega t\,\hat{j})$ যেখানে a ধ্রুবক এবং $\omega = \frac{\pi}{6}\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$। যদি $t = \tau$ সময়ে $|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{3}|\vec{A} - \vec{B}|$ হয়, তাহলে τ এর মান সেকেন্ডে নির্ণয় করো। **[প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05]**

[Ans: 2, 14, 26, ……s]

20. ঘনকের কর্ণ এবং এর যেকোনো একটি পৃষ্ঠের কর্ণের মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় করো। **[প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans: $35.26°$]**

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (b);** দুটি একক ভেক্টরের সমষ্টি একটি একক ভেক্টর হলে তখন, $\alpha = 120°$ হবে। বিয়োগফল এর ক্ষেত্রে তখন, $\alpha = 60°$।

$R^2 = (1)^2 + (1)^2 + 2 \times 1 \times 1 \times \cos 60°$

$\Rightarrow R^2 = 3 \therefore R = \sqrt{3}$

02. **Solⁿ: (c);** $A + B = 28;\ A - B = 4 \Rightarrow A = 16, B = 12$

$\therefore R = \sqrt{(16)^2 + (12)^2 + 2 \cdot 16 \cdot 12 \cos 90°}$ একক $= 20$ একক

04. **Solⁿ: (a);** $F \sin\theta = 100 \sin 30° = 50$ N

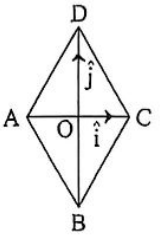
06. **Solⁿ: (b);** C বিন্দুর স্থানাঙ্ক (1, 1)

$\therefore OC = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$ একক।

আবার, $OA = 1$ একক

OABC আয়তের ক্ষেত্রফল $= (1 \times \sqrt{2})$ বর্গ একক $= \sqrt{2}$ বর্গ একক

07. **Solⁿ: (b);**



$\overrightarrow{OC} = \frac{\hat{i}}{2}$; $\overrightarrow{OD} = \frac{\hat{j}}{2}$

$\overrightarrow{OD} + \overrightarrow{DC} = \overrightarrow{OC}$

$\Rightarrow \overrightarrow{DC} = \overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OD}$

$= \frac{1}{2}(\hat{i} - \hat{j})$

$\overrightarrow{DC} = \overrightarrow{AB} = \frac{1}{2}(\hat{i} - \hat{j})$

09. **Solⁿ: (b);** $A\cos\theta = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{B}|} = \frac{2+2+2}{\sqrt{12}} = \sqrt{3}$

10. **Solⁿ: (a);** $\frac{2}{y} = \frac{x}{6} = \frac{-4}{-8} \therefore x = 3, y = 4$

11. **Solⁿ: (b);** $|\vec{c} \times (\vec{a} \times \vec{b})| = |\vec{c} \times (ab\sin 90°\,\hat{\eta})|$

$= |abc\sin 90°\,\hat{\eta}| = abc = 4 \times 3 \times 5 = 60$

12. **Solⁿ: (a);** $\vec{r} = \hat{i}\cos 5t + \hat{j}\sin 5t$

t সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে,

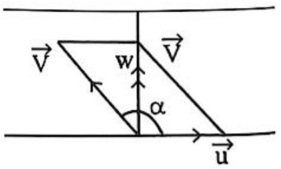
$\vec{v} = -5\hat{i}\sin 5t + 5\cos 5t\,\hat{j}$

Solⁿ: (d); $\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0 \Rightarrow \left(\hat{i}\frac{\delta}{\delta x} + \hat{j}\frac{\delta}{\delta y} + \hat{k}\frac{\delta}{\delta z}\right)$

$\cdot\{(px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}\} = 0$

$\Rightarrow p + 1 + 3 = 0 \Rightarrow p = -4$

15. **Solⁿ: (c);** স্রোতের বেগ u, লোকটির বেগ v ও স্রোত থাকাকালীন সময়ে লব্ধি বেগ w হলে,



$\therefore v = \frac{100}{4} = \frac{25\text{m}}{\text{min}};\ w = \frac{100}{5} = 20$ m/min

যেহেতু, যেকোনো ভেক্টরকে তার মান ও দিক অপরিবর্তিত রেখে সরিয়ে নেয়া যায় সেহেতু চিত্র হতে পাই, $v^2 = w^2 + u^2$

$\Rightarrow u^2 = v^2 - w^2 = 25^2 - 20^2$

$\therefore u = 15$ m/min **(Ans.)**

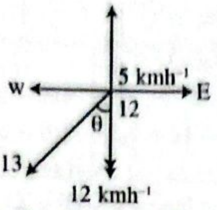
16. **Sol^n: (a);** $\tan\theta = \frac{5}{12}$

$\therefore \theta = 22.62°$

বৃষ্টির প্রকৃত বেগ

$= \sqrt{5^2 + 12^2}\text{kmh}^{-1}$

$= 13\text{kmh}^{-1}$



17. **Sol^n: (c);** বাক্সের তিনটি ধার $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$\vec{B} = 4\hat{j}\,; \vec{C} = 5\hat{j} + 3\hat{k}$

$\therefore$ বাক্সের আয়তন $= \vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C}) = (2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k})\cdot(12\hat{i}) = 24$ ঘন একক।

18. **Sol^n: (c);** $\vec{A} = 2a\hat{i} + a\hat{j} - a\hat{k};\ \vec{B} = a\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$

$\vec{A} \perp \vec{B}$ হলে $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$ হবে

এখন, $\vec{A}\cdot\vec{B} = 2a^2 - 2a - a = 0$

$\Rightarrow a(2a - 3) = 0 \Rightarrow a = 0,\ \frac{3}{2}$

19. **Sol^n: (d);** $|\vec{a}\times\vec{b}|^2 + |\vec{a}\cdot\vec{b}|^2 = 144$

$\Rightarrow (ab\sin\theta)^2 + (ab\cos\theta)^2 = 144$

$\Rightarrow a^2b^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) = 144$

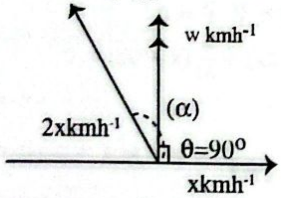
$\Rightarrow 3^2 \times b^2 = 144;\quad [\because |\vec{a}| = 3]$

$\therefore b = \sqrt{\frac{144}{9}} = 4$

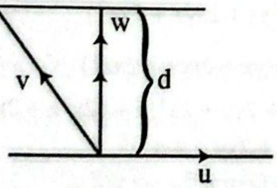
20. **Sol^n: (c);** এখন, $\tan 90° = \frac{2x\cdot\sin(\alpha)}{x + 2x\cdot\cos(\alpha)}$

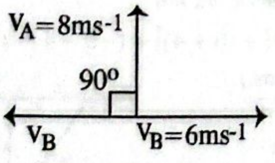
$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{2\sin\alpha}{1 + 2\cos(\alpha)} \Rightarrow 1 + 2\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow \cos\alpha = \left(-\frac{1}{2}\right) \therefore \alpha = 120°$



22. **Sol^n: (d);** $t = \frac{d}{w} = \frac{d}{\sqrt{v^2 - u^2}} = \frac{1}{\sqrt{5^2 - 4^2}}\text{hr} = \frac{1}{3}\text{hr}$





23. **Sol^n: (a);**

এখন, $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A + (-\vec{v}_B);\ |\vec{v}_{AB}|$

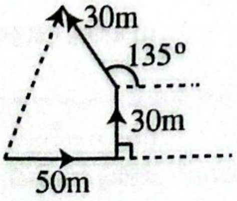
$= \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\text{ ms}^{-1}$

25. **Sol^n:** x অক্ষের দিকে সরণের উপাংশ

$= (50 + 30\cos 90°$

$+ 30\cos 135°)\text{ m}$

$= 28.786\text{m}$



y অক্ষের দিকে সরণের উপাংশ

$= (50\sin 0° + 30\sin 90° + 30\sin 135°) = 51.213\text{m}$

$\therefore$ লব্ধি সরণ, $s = \sqrt{(28.786)^2 + (51.213)^2\text{m}}$

$= 58.75\text{m}$ **(Ans.)**

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** জাহাজের বেগ $\vec{u}$ এবং নৌকার বেগ $\vec{v}$

জাহাজের সাপেক্ষে নৌকার বেগ, $\vec{w} = \vec{v} - \vec{u}$

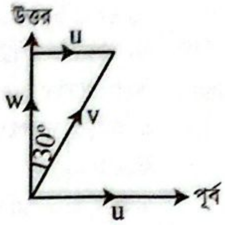
যেখানে, $\vec{w}$ এর দিক সোজা উত্তর দিকে।

চিত্র হতে, $\sin 30° = \frac{u}{v}$

$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{u}{v} \Rightarrow v = 2u$

$= 2 \times 20\text{ kmh}^{-1}$

$= 40\text{ kmh}^{-1}$ **(Ans.)**



02. **Sol^n:** $\overrightarrow{OA} = (4-0)\hat{i} + (-5-0)\hat{j} + (6-0)\hat{k}$

$= 4\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}$ **(Ans.)**

$\therefore$ পরম মান, $|\overrightarrow{OA}| = \sqrt{4^2 + (-5)^2 + 6^2}$ একক

$= \sqrt{77}$ একক **(Ans.)**

$\overrightarrow{OA}$ এর অভিমুখে একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\overrightarrow{OA}}{|\overrightarrow{OA}|} = \frac{4\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}}{\sqrt{77}}$ **(Ans.)**

03. **Sol^n:** $\vec{A} = xz^2\hat{i} - 2x^3y\,\hat{j} + 3yz^3\hat{k}$

$$\therefore \vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ xz^2 & -2x^3y & 3yz^3 \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}(3z^3 - 0) - \hat{j}(0 - 2xz) + \hat{k}(-6x^2y - 0)$

$= 3z^3\,\hat{i} + 2xz\,\hat{j} - 6x^2y\hat{k}$

$(1, 1, -1)$ বিন্দুতে, $\vec{\nabla}\times\vec{A} = -3\,\hat{i} - 2\,\hat{j} - 6\hat{k}$

$\Rightarrow \frac{-6}{-3} = \frac{a}{-2} = \frac{-12}{-6} \Rightarrow a = -4$ **(Ans.)**

04. **Sol^n:** দেওয়া আছে, $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} - 6\hat{k}$

শর্তমতে, $\vec{A} + \vec{B} = \hat{i}$

$\Rightarrow \vec{B} = i - \vec{A} = \hat{i} - (2i + 4\hat{j} - 6\hat{k}) = -\hat{i} - 4\hat{j} + 6\hat{k}$

05. **Sol^n:** $\overrightarrow{AB} = (2-1)\hat{i} + (3-2)\hat{j} + (1-3)\hat{k} = \hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$

$\overrightarrow{BC} = (3-2)\hat{i} + (1-3)\hat{j} + (2-1)\hat{k} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$

$\overrightarrow{CA} = (1-3)\hat{i} + (2-1)\hat{j} + (3-2)\,\hat{k} = -2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

$\overrightarrow{AB}$ এর দৈর্ঘ্য $= |\overrightarrow{AB}| = \sqrt{1+1+4} = \sqrt{6}$ একক

$\overrightarrow{BC}$ এর দৈর্ঘ্য $= |\overrightarrow{BC}| = \sqrt{1+4+1} = \sqrt{6}$ একক

$\overrightarrow{CA}$ এর দৈর্ঘ্য $= |\overrightarrow{CA}| = \sqrt{4+1+1} = \sqrt{6}$ একক

$\therefore$ ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= A = \frac{\sqrt{3}}{4}\times(\sqrt{6})^2$ বর্গ একক

$= \frac{3\sqrt{3}}{2}$ বর্গ একক। **(Ans.)**

06. **Sol^n:** $\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j};\ \vec{B} = 7\hat{i} + 24\hat{j}$

$\vec{A}$ এর দিকে একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|} = \frac{3\hat{i} + 4\hat{j}}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{3}{5}\hat{i} + \frac{4}{5}\hat{j}$

$\therefore$ নতুন ভেক্টর $= |\vec{B}|\hat{\eta} = \sqrt{7^2 + 24^2}\left(\frac{3}{5}\hat{i} + \frac{4}{5}\hat{j}\right)$

$= 25 \times \left(\frac{3}{5}\hat{i} + \frac{4}{5}\hat{j}\right) = 15\hat{i} + 20\hat{j}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $\vec{R} = 5\hat{i} - 2\hat{j} - 6\hat{k}$

$\therefore |\vec{R}| = \sqrt{25 + 4 + 36} = \sqrt{65}$

X অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{R_x}{|\vec{R}|}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{5}{\sqrt{65}}\right) = 51.67°$ **(Ans.)**

Y অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ $\beta = \cos^{-1}\left(\frac{R_y}{|\vec{R}|}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{-2}{\sqrt{65}}\right) = 104.36°$ **(Ans.)**

Z অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\gamma = \cos^{-1}\left(\frac{R_z}{|\vec{R}|}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{-6}{\sqrt{65}}\right) = 138.09°$ **(Ans.)**

০৮. **Solⁿ:** প্রশ্নমতে, $\vec{A}\cdot(\vec{B}\times\vec{C}) = 9 \Rightarrow \begin{vmatrix} 5 & -2 & 6 \\ 2 & 3 & -6 \\ 1 & m & 3 \end{vmatrix} = 9$

$\Rightarrow 5(9+6m) + 2(6+6) + 6(2m-3) = 9$

$\Rightarrow 45 + 30m + 24 + 12m - 18 = 9$

$\Rightarrow 42m = -42 \Rightarrow m = -1$ **(Ans.)**

০৯. **Solⁿ:** গাড়ির বেগ $= \vec{u}$, ট্রাকের বেগ $= \vec{v}$

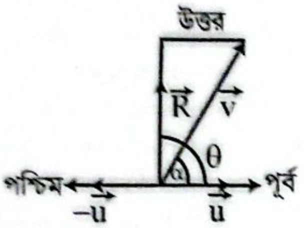
∴ গাড়ির সাপেক্ষে ট্রাকের বেগ,

$\vec{R} = \vec{v} - \vec{u}$

এখানে, $u = 40\ kmh^{-1}$,

$R = 40\sqrt{3}\ kmh^{-1}$

$-\vec{u}$ ও $\vec{v}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $(180° - \alpha)$



$\therefore \tan 90° = \frac{v\sin(180°-\alpha)}{u+u\cos(180°-\alpha)} \Rightarrow u + v\cos(180° - \alpha) = 0$

$\Rightarrow v\cos\alpha = 40$....... (i)

আবার, চিত্র হতে পাই, $v^2 = R^2 + u^2$

$\Rightarrow v^2 = (40\sqrt{3})^2 + (40)^2 \Rightarrow v = 80$

∴ (i) নং এ, $80\cos\alpha = 40 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60°$

∴ গাড়ির প্রকৃত বেগ $80\ kmh^{-1}$ এবং দিক হলো পূর্বদিকের সাথে 60° কোণে উত্তর দিকে। **(Ans.)**

10. **Solⁿ:** $\vec{r}_4 = a\vec{r}_1 + b\vec{r}_2 + c\vec{r}_3$

$\Rightarrow 3\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{k} = a(2\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}) + b(\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$

$+c(-2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}) \Rightarrow 3\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{k}$

$= (2a + b - 2c)\hat{i} + (-a + 3b + c)\hat{j} + (a - 2b - 3c)\hat{k}$

সহগ সমীকৃত করে, $2a + b - 2c = 3$

$-a + 3b + c = 2$

$a - 2b - 3c = 5$

সমীকরণ তিনটি সমাধান করে, $a = -2, b = 1, c = -3$ **(Ans.)**

11. **Solⁿ:** $\vec{A} = 2xz^2\hat{i} - xy\hat{j} + 3xz^3\hat{k}$

$\phi = x^2yz$

(a) $\vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2xz^2 & -xy & 3xz^3 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(0-0) - \hat{j}(3z^3 - 4xz) + \hat{k}(-y-0)$

$= (4xz - 3z^3)\hat{j} - y\hat{k}$

∴ (1, 1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\times\vec{A}$ এর মান $\hat{j} - \hat{k}$ **(Ans.)**

(b) $\phi\vec{A} = 2x^3yz^3\hat{i} - x^3y^2z\hat{j} + 3x^3yz^4$

$\therefore \vec{\nabla}\times(\phi\vec{A}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2x^3yz^3 & -x^3y^2z & 3x^3yz^4 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(3x^3z^4 + x^3y^2) - \hat{j}(9x^2yz^4 - 6x^3yz^2)$

$+\hat{k}(-3x^2y^2z - 2x^3z^3)$

∴ (1, 1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\times(\phi\vec{A})$ এর মান

$= \hat{i}(3+1) - \hat{j}(9-6) + \hat{k}(-3-2)$

$= 4\hat{i} - 3\hat{j} - 5\hat{k}$ **(Ans.)**

(c) $\vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2xz^2 & -xy & 3xz^3 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(0-0) - \hat{j}(3z^3 - 4xz) + \hat{k}(-y-0)$

$= (4xz - 3z^3)\hat{j} - y\hat{k}$

$\therefore \vec{\nabla}\times(\vec{\nabla}\times\vec{A}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & 4xz - 3z^3 & -y \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-1 - 4x + 9z^2) - \hat{j}(0-0) + \hat{k}(4z - 0)$

$= \hat{i}(9z^2 - 4x - 1) + \hat{k}(4z)$

∴ (1, 1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\times(\vec{\nabla}\times\vec{A})$ এর মান

$= (9 - 4 - 1)\hat{i} + 4\hat{k} = 4\hat{i} + 4\hat{k}$ **(Ans.)**

12. **Solⁿ:** (i) $\text{div}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\cdot\vec{V} = \frac{\partial}{\partial x}(4xy^3) + \frac{\partial}{\partial y}(-3x^2yz)$

$+\frac{\partial}{\partial z}(-3xyz)$

$= 4y^3 - 3x^2z - 3xy$

(1, −1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\cdot\vec{V}$ এর মান

$= 4(-1)^3 - 3(1)^2(1) - 3(1)(-1)$

$= -4 - 3 + 3 = -4$ **(Ans.)**

∴ $\vec{V}$ চোঙাকৃতি নয়। **(Ans.)**

(ii) $\text{curl}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\times\vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 4xy^3 & -3x^2yz & -3xyz \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-3xz + 3x^2y) - \hat{j}(-3yz - 0)$

$+\hat{k}(-6xyz - 12xy^2)$

$= (3x^2y - 3xz)\hat{i} + 3yz\hat{j} - (6xyz + 12xy^2)\hat{k}$

(1, 1, −1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\times\vec{V}$ এর মান

$= (3+3)\hat{i} - 3\hat{j} - (-6+12)\hat{k} = 6\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k}$ **(Ans.)**

∴ $\vec{V}$ ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল। **(Ans.)**

(iii) $\vec{F}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হলে, $\vec{\nabla}\cdot\vec{F} = 0$

$\Rightarrow \frac{\partial}{\partial x}(x + 3y) + \frac{\partial}{\partial y}(ay - 2z) + \frac{\partial}{\partial z}(x + 4z) = 0$

$\Rightarrow 1 + a + 4 = 0$

$\Rightarrow a = -5$ **(Ans.)**

(iv) $\varphi = 2x^2yz + 2xyz + 2xz^3$

$\therefore \vec{\nabla}\varphi = \hat{i}\frac{\partial}{\partial x}(2x^2yz + 2xyz + 2xz^3)$

$+\hat{j}\frac{\partial}{\partial y}(2x^2yz + 2xyz + 2xz^3)$

$+\hat{k}\frac{\partial}{\partial z}(2x^2yz + 2xyz + 2xz^3)$

$= (4xyz + 2yz + 2z^3)\hat{i} + (2x^2z + 2xz)\hat{j}$

$+(2x^2y + 2xy + 6xz^2)\hat{k}$

(2, −1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}\varphi$ এর মান

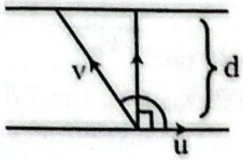
$= (-8 - 2 + 2)\hat{i} + (8 + 4)\hat{j} + (-8 - 4 + 12)\hat{k}$

$= -8\hat{i} + 12\hat{j}$ **(Ans.)**

13. **Solⁿ:** সাঁতারুর বেগ,

$v = 2\sqrt{2}\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 2\ kmh^{-1}$



(i) সর্বনিম্ন দূরত্বের জন্য, $A = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$

$= \cos^{-1}\left(-\frac{2}{2\sqrt{2}}\right) = 135°$ **(Ans.)**

(ii) $t = \frac{d}{v\sin\alpha}$

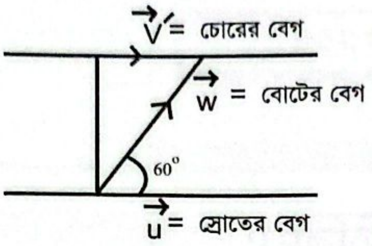
সর্বনিম্ন সময়ে নদী পার হতে গেলে, $v\sin\alpha$ সর্বোচ্চ হবে।

$\therefore \sin\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90°$ **(Ans.)**

(iii) $t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{2\sqrt{2}\sin 135°} = 0.3535\ h$

$= 21.21\ min$ **(Ans.)**

14. **Solⁿ:** [ভেবে দেখ, কীভাবে পুলিশের বোট নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাবে এবং ঠিক ঐ স্থানে থেকে চোরকে ধরবে। এক্ষেত্রে, নদীর পাড় বরাবর পুলিশের বোটের কার্যকর বেগ, চোরের বেগের সমান হবে।]



এক্ষেত্রে, $u = 4ms^{-1}$ ও $v = 5ms^{-1}$

এখন নদীর পাড় বরাবর বোটের বেগ

$= u\cos 0° + v\cos 60° = 4 \times 1 + 5 \times \frac{1}{2} = 6.5\ ms^{-1}$

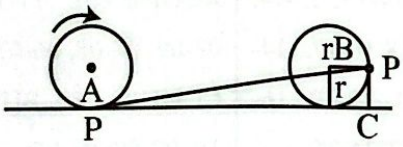
∴ চোরের বেগ $= 6.5\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

15. সরণ, $AB = \sqrt{(AC)^2 + (BC)^2}$ এখানে, $BC = r = 45cm$

$AC = 2\pi r \times 0.75 + r = (2\pi \times 45 \times 0.75 + 45)cm.$

$\therefore AB = \sqrt{(45)^2 + (2\pi \times 45 \times 0.75 + 45)^2}$

$= 260.97\ cm$ **(Ans.)**



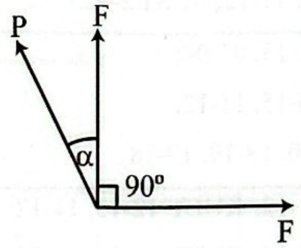
16. **Solⁿ:** $F = \frac{F\sin\alpha}{\sin(90° + \alpha)}$

$\Rightarrow F = \frac{F\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$\Rightarrow \tan\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45°$

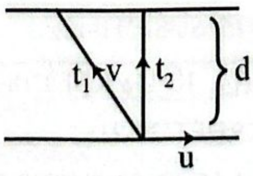
$P = \frac{F\sin 90°}{\sin(90° + \alpha)}$

$= \frac{F}{\sin(90° + 45°)} = \sqrt{2}F$



∴ অপর উপাংশের মান $\sqrt{2}\,F$ এবং দিক F এর সাথে 45° কোণে এবং প্রথম উপাংশের সাথে 135° কোণে। **(Ans.)**

17. **Solⁿ:** ধরি, নৌকার বেগ v, স্রোতের বেগ u, নদীর প্রস্থ d



$t_2 = \frac{t_1}{2} \Rightarrow 2 \times \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{v^2 - u^2}}$

$\Rightarrow \frac{v^2}{4} = v^2 - u^2 \Rightarrow 1 = 4 - u^2$

$\Rightarrow u = \sqrt{3}\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

18. **Solⁿ:** ধরি, বৃষ্টির বেগ v_r যা দ্বারা অনুভূমিকের সাথে α কোণ এ অবস্থান করছে। যেহেতু লম্বভাবে বৃষ্টি পড়তে দেখছে, অনুভূমিক বরাবর বেগের লব্ধি 0। $v_r\cos\alpha + 2 = 0 \Rightarrow v_r\cos\alpha = -2 \ldots\ldots\ldots (i)$

আবার, $4ms^{-1}$ বেগে চলার সময় বৃষ্টি অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে $= (90° - 45°) = 45°$

$\tan 45° = \frac{v_r \sin\alpha}{4 + v_r\cos\alpha}$

$\Rightarrow \frac{v_r \sin\alpha}{4 - 2}$

$\Rightarrow v_r \sin\alpha = 2 \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i)^2 + (ii)^2$

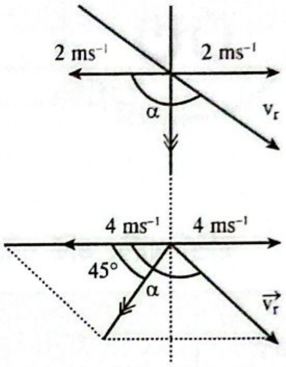
$\Rightarrow v_r^2 = 2^2 + (-2)^2 = 8$

$\therefore v_r = 2\sqrt{2}\ ms^{-1}$

$(ii) \div (i)$

$\Rightarrow \alpha = \pi - \tan^{-1}\left|\frac{-2}{2}\right|$

$= \frac{3\pi}{4} = 135°$



∴ উল্লম্বের সাথে উৎপন্ন কোণ $= (135 - 90)° = 45°$

19. **Solⁿ:** $|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{3}|\vec{A} - \vec{B}|$ | $\omega = \frac{\pi}{6} rads^{-1}$

$\Rightarrow |(a + a\cos\omega t)\hat{i} + a\sin\omega t\,\hat{j}|$

$= \sqrt{3}|(a - a\cos\omega t)\hat{i} - a\sin\omega t\,\hat{j}|$

$\Rightarrow (a + a\cos\omega t)^2 + (a\sin\omega t)^2$

$= 3\{(a - a\cos\omega t)^2 + (a\sin\omega t)^2\}$

$\Rightarrow a^2 + a^2\cos^2\omega t + 2a^2\cos\omega t + a^2\sin^2\omega t$

$= 3(a^2 + a^2\cos^2\omega t + a^2\sin^2\omega t - 2a^2\cos\omega t)$

$\Rightarrow a^2 + 2a^2\cos\omega t + a^2 = 3(a^2 + a^2 - 2a^2\cos\omega t)$

$\Rightarrow 2a^2(1 + \cos\omega t) = 6a^2(1 - \cos\omega t)$

$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{2\sin^2\frac{\omega t}{2}}{2\cos^2\frac{\omega t}{2}} \Rightarrow \tan\frac{\omega t}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{\omega t}{2} = n\pi + \frac{\pi}{6}$

$\Rightarrow \frac{\tau}{2} \times \frac{\pi}{6} = n\pi + \frac{\pi}{6} \Rightarrow \tau = 12n + 2$

n এর মান 0, 1, 2 ……… হলে, $\tau = 2s, 14s, 26s, \ldots\ldots$ **(Ans.)**

20. **Solⁿ:** ঘনকের কর্ণ নির্দেশক ভেক্টর, $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

ঘনকের পৃষ্ঠের কর্ণ নির্দেশক ভেক্টর, $\vec{B} = \hat{i} + \hat{j}$

∴ এদের মধ্যবর্তী কোণ,

$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}||\vec{B}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{1+1}{\sqrt{3}\times\sqrt{2}}\right) = 35.26°$ **(Ans.)**

> "প্রচণ্ড চাপেই হীরার সৃষ্টি হয় সুতরাং ধৈর্য্য ধরো, সুদিন কাছেই।"
>
> \- Sope Agbelus

অধ্যায় ০৩

গতিবিদ্যা

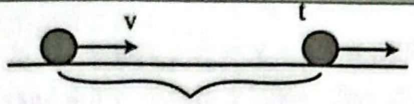
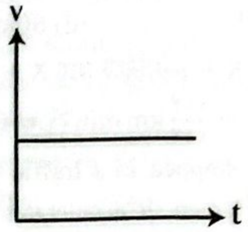
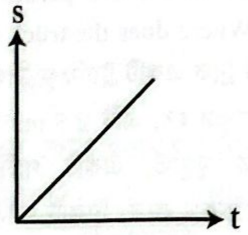
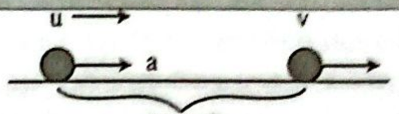
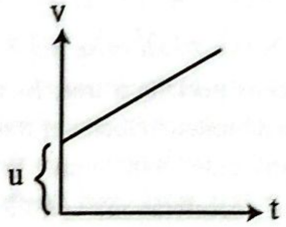
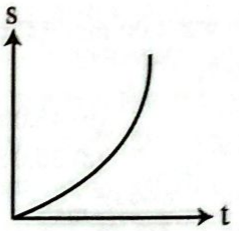
টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

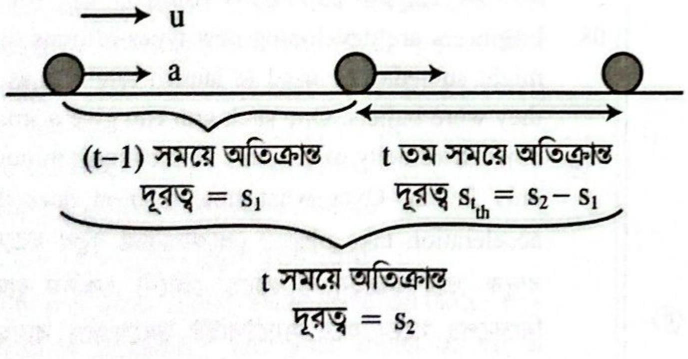
গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: গতির সমীকরণ	25	18	BUET'09-10, 05-06; KUET'17-18, 11-12; RUET'12-13, 10-11; CUET'25-26, 15-16, 14-15, 13-14, 11-12, 10-11; BUTEX'16-17, 14-15, 13-14; IUT'19-20, 18-19, 16-17, 14-15, 11-12; SUST'24-25	BUET'14-15, 13-14, 11-12, 08-09, 04-05; KUET'05-06; RUET'19-20, 17-18, 11-12, 08-09, 07-08, 06-07, 05-06; CUET'04-05; BUTEX' 09-10, 08-09, 06-07;
✪✪	T-02: গতিবিদ্যায় ক্যালকুলাসের প্রয়োগ	07	01	BUET'12-13, 07-08; RUET'14-15, 11-12; IUT'19-20, 18-19, 17-18;	BUET'01-02
✪✪✪	T-03: উল্লম্ব গতি ও গ্যালিলিও এর সূত্র	17	18	BUET'11-12; KUET'12-13, 11-12; RUET'13-14; CUET'14-15, 11-12; CKRUET'20-21; BUTex'14-15, 13-14, 11-12; IUT'20-21, 18-19, 16-17, 14-15; SUST'11-12;	BUET'19-20, 16-17, 11-12, 07-08, 04-05; KUET'04-05; RUET'15-16, 10-11, 08-09, 03-04; CUET'13-14, 11-12, 03-04; BUTEX'20-21, 05-06;
✪✪	T-04: প্রক্ষেপক/প্রাস	16	07	BUET'13-14, 10-11; KUET'18-19, 14-15; CKRUET'20-21; BUTEX'14-15, 03-04; IUT'20-21, 18-19, 16-17, 14-15, 11-12; SUST'25-26;	BUET'18-19, 17-18, 13-14, 12-13, 02-03; BUTex'06-07, 03-04
✪✪	T-05: বৃত্তাকার গতি	13	02	BUET'13-14; KUET'17-18; BUTEX'16-17, 13-14, 04-05; SUST'25-26; IUT'18-19, 16-17, 14-15, 11-12, 10-11, 08-09	BUET'04-05 ; KUET'19-20

T-01: গতির সমীকরণ

কনসেপ্ট রিভিউ

সমবেগে গতিশীল বস্তু	সমত্বরণে গতিশীল বস্তু
 $s = vt$ $a = 0$  	 $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v = u + at$ $v^2 = u^2 + 2as$  

➲ t তম সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব:


u
a
(t–1) সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_1
t তম সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_{t_{th}} = s_2 - s_1$
t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_2

t তম সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_{t_{th}} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি গাড়ী 5 min এর জন্য 40 mile/hr স্থিরগতিতে উত্তর দিকে এগিয়ে চলছে এবং এরপর পূর্বদিকে 45° বাঁক নেয় ও 1 min এর জন্য 60 mile/hr গতিতে চলতে থাকে। গাড়ীটির গড় ত্বরণের মান কত? [CUET'25-26]

(a) 70.70 mile/hr^2 (b) 424.89 mile/hr^2
(c) 511.91 mile/hr^2 (d) 926.10 mile/hr^2 ⓑ
(e) 2499.35 mile/hr^2

Sol^n: প্রথম 5 min এর জন্য, $\vec{v}_1 = 40\hat{j}$ mile/hr

পরবর্তী 1 min এর জন্য

$\vec{v}_2 = 60\cos 45°\hat{i} + 60\sin 45°\hat{j}$

$= 30\sqrt{2}\hat{i} + 30\sqrt{2}\hat{j}$ mile/hr

বেগের পরিবর্তন,

$\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = 30\sqrt{2}\hat{i} + (30\sqrt{2} - 40)\hat{j}$ mile/hr

$\therefore$ গড় ত্বরণ, $a = \frac{|\Delta v|}{t} = \frac{\sqrt{(30\sqrt{2})^2 + (30\sqrt{2}-40)^2}}{6\times\frac{1}{60}}$

$= 424.96$ mile/hr^2

02. স্থিতাবস্থা থেকে যাত্রা করে একটি বস্তু প্রথম 2 sec এ 4 m দূরত্ব অতিক্রম করে। পরবর্তী 5 m দূরত্ব অতিক্রম করতে বস্তুটির কত সেকেন্ড সময় লাগবে? **[SUST'24-25]**

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 ⓐ

Sol^n: $s_1 = \frac{1}{2}at_1^2 \Rightarrow a = \frac{2s_1}{t_1^2} = \frac{2\times4}{2^2} = 2\ \text{ms}^{-2}$

$\therefore s_1 + s_2 = \frac{1}{2}a(t_1 + t_2)^2$

$\Rightarrow 4 + 5 = \frac{1}{2}\times 2(2 + t_2)^2 \therefore t_2 = 1\ \text{s}$

03. A woodpecker is pecking a tree. Its head comes to a stop from an initial velocity of 0.600 ms^{-1} at a distance of only 4.00 mm. What is the magnitude of acceleration? (একটি কাঠঠোকরা একটি গাছে ঠোকর দিচ্ছে। এর মাথা 0.600 ms^{-1} আদিবেগে এসে মাত্র 4.00 mm দূরত্বে এসে থেমে যায়। ত্বরণের মান কত?) **[IUT'19-20]**

(a) 50.0 ms^{-2} (b) 45.0 ms^{-2}
(c) 55.0 ms^{-2} (d) 35.0 ms^{-2} ⓑ

Sol^n: $a = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{0-(0.6)^2}{2\times0.004}\ \text{ms}^{-2}$

$= -45\ \text{ms}^{-2}; |a| = 45\ \text{ms}^{-2}$

04. A particle is moving from rest in uniform acceleration. It travels a distance 'X' in the first two seconds and distance 'Y' in the next two seconds, then- (একটি কণা স্থির অবস্থা থেকে সুষম ত্বরণে চলছে। এটি প্রথম দুই সেকেন্ডে 'X' দূরত্ব এবং পরবর্তী দুই সেকেন্ডে 'Y' দূরত্ব অতিক্রম করলে-) **[IUT'18-19]**

(a) Y = X (b) Y = 2X
(c) Y = 3X (d) Y = 4X ⓒ

Sol^n: আদিবেগ শূন্য হওয়ায়, $s = 0 + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow s \propto t^2$

$Y = 16 - 4 = 12; \frac{Y}{X} = \frac{12}{4} \Rightarrow \frac{Y}{X} = 3 \Rightarrow Y = 3X$

05. একটি বন্দুকের গুলি কোন দেয়ালের মধ্যে 0.05m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কত দূর প্রবেশ করতে পারবে? **[BUET'05-06, KUET'17-18]**

(a) 1.67 cm (b) 0.02 m (c) 1.33 cm
(d) 0.022 m (e) 1.52 cm ⓐ

Sol^n: $\left(\frac{u}{2}\right)^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow \frac{3}{4}u^2 = 2as \Rightarrow a = \frac{3u^2}{4\times2s}$

$0 = \frac{u^2}{4} - 2\times\frac{3u^2}{4\times2\times s}\times s' \Rightarrow s'\times\frac{3}{4s} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow s' = 0.0167\ \text{m} = 1.67\ \text{cm}$

Shortcut: $y = \frac{x}{n^2-1}$;

যেখানে, $n = \frac{u}{v} \therefore y = \frac{0.05}{2^2-1} \Rightarrow y = \frac{0.05}{3} = 1.67\ \text{cm}$

06. একটি গাড়ী প্রথম X মিনিটে Y km এবং পরবর্তী Y মিনিটে X km যায়। গাড়ীটির গড় দ্রুতি কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 60ms^{-1} (b) 60kms^{-1}
(c) 60mh^{-1} (d) 60kmh^{-1} ⓓ

Sol^n: মোট X + Y মিনিটে যায় X + Y km

$\therefore$ গড় দ্রুতি $= \frac{X+Y}{X+Y}\text{km min}^{-1} = 60\text{kmh}^{-1}$

07. A truck is stopped at a traffic signal. When the light turns green, it accelerates at 2.5 ms^{-2}. At the same instant, a car passes the truck going 15 ms^{-1}. Where does the truck catch up with the car? (একটি ট্রাক একটি ট্র্যাফিক সিগন্যালে থেমে আছে। যখন বাতি সবুজ হয়, এটি 2.5 ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। একই মুহূর্তে, একটি গাড়ি 1.5 ms^{-1} বেগে ট্রাকটিকে অতিক্রম করে। ট্রাকটি গাড়িটিকে কোথায় গিয়ে ধরবে?) **[IUT'16-17]**

(a) 220m (b) 180 m (c) 165 m (d) 195 m ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{2}\times 2.5\times t^2 = 15t$

$\Rightarrow t = 12\text{s}; s = 15\times 12 = 180\text{m}$

08. Engineers are developing new types of guns that might someday be used to launch satellites as if they were bullets. One such gun can give a small object a velocity of 3.5 kms^{-1}, moving it through only 2.0cm. Over what time interval does the acceleration take place? (প্রকৌশলীরা নতুন ধরনের বন্দুক তৈরি করছেন যা হয়তো কোনো একদিন বুলেট নিক্ষেপের মতো করে স্যাটেলাইট উৎক্ষেপণে ব্যবহৃত হতে পারে। এরকম একটি বন্দুক একটি ছোট বস্তুকে মাত্র 2.0cm দূরত্বের মধ্যে 3.5 kms^{-1} বেগ দিতে পারে। ত্বরণটি কত সময় ধরে সংঘটিত হয়?) **[IUT'16-17]**

(a) 11.43 μs (b) 13.43μs
(c) 10.43μs (d) 12.43μs ⓐ

Sol^n: $v^2 = u^2 + 2as$;

$a = \frac{v^2-u^2}{2s} = \frac{(3.5\times10^3)^2}{2\times0.02} = 306.25\times10^6\text{ms}^{-2}$

$t = \frac{v-u}{a} = \frac{3.5\times10^3}{306.25\times10^6} = 11.43\ \mu\text{s}$

09. গাড়ি A সোজা রাস্তায় 60 kmh^{-1} সমবেগে চলছে। অন্য একটি গাড়ি B একই পথে 70 kmh^{-1} সমবেগে A গাড়িটিকে অনুসরণ করছে। যখন গাড়ি দুইটির মধ্যকার দূরত্ব 2.5km হয় তখন B গাড়িটির গতিবেগ 20 kmh^{-2} হারে হ্রাস পেতে থাকে। কত দূরত্ব ও সময় পরে B গাড়িটি A গাড়িটিকে ধরতে পারবে? **[CUET'15-16]**

(a) 37.5 km and 0.25 hr
(b) 32.5 km and 0.50 hr
(c) 30 km and 0.50 hr (d) 60 km and 0.25 hr ⓑ

Sol^n: (b); $2.5 + 60t = 70t - \frac{1}{2} \times 20t^2$
$\Rightarrow 10t^2 - 10t + 2.5 = 0 \Rightarrow t = 0.5$ hr
$\therefore s = 70t - \frac{1}{2} \times 20t^2 = 32.5$km

10. 100m দীর্ঘ একটি ট্রেন 45kmh^{-1} বেগে চলে 1km দীর্ঘ একটি ব্রিজ অতিক্রম করে। ব্রিজটি অতিক্রম করতে ট্রেনটির কত সময় লাগবে? **[BUET'09-10, BUTEX'14-15, 13-14]**

(a) 10s (b) 20s (c) 40s (d) 88s ⓓ

Sol^n: $s = (1000 + 100)\text{m} = 1100\text{m}$
$v = 45kmh^{-1} = \frac{45}{3.6}ms^{-1}$
$\therefore t = \frac{s}{v} = \frac{1100}{\frac{45}{3.6}} = 88s$

11. $s = u_0 t + \frac{1}{2}at^2$ এর ক্ষেত্রে s বনাম t লেখচিত্র অংকন করলে লেখচিত্রটি কী হবে? **[BUTEX'14-15]**

(a) অধিবৃত্ত (b) পরাবৃত্ত
(c) উপবৃত্ত (d) আয়তাকার পরাবৃত্ত ⓑ

Sol^n: $s \rightarrow y, t \rightarrow x \Rightarrow y = ax + bx^2$,
যা পরাবৃত্তের সমীকরণ।

12. একটি ট্রেন 50 kmh^{-1} বেগে চলা অবস্থায় ব্রেক কষে 60 cms^{-2} মন্দন সৃষ্টি করা হল। ট্রেনটি কত দূর গিয়ে থামবে? **[CUET'14-15; RUET'10-11]**

(a) 160.55m (b) 150.55m
(c) 277.89m (d) 158m ⓐ

Sol^n: $v = 50\ kmhr^{-1} = 13.88ms^{-1}$
$\therefore s = \frac{v^2}{2a} = \frac{(13.88)^2}{2\times0.60}m = 160.55m$

13. You and your friend each drive 50.0km. You travel at 90.0kmh^{-1} and your friend travels at 95.0kmh^{-1}. How long will your friend wait for you at the end of the trip? (তুমি এবং তোমার বন্ধু প্রত্যেকে 50.0km পথ অতিক্রম করো। তুমি 90.0kmh^{-1} বেগে এবং তোমার বন্ধু 95.0kmh^{-1} বেগে ভ্রমণ করে। ভ্রমণ শেষে তোমার বন্ধু তোমার জন্য কতক্ষণ অপেক্ষা করবে?) **[IUT'14-15]**

(a) 1.75 min (b) 3.75 min
(c) 2.25 min (d) 1.35 min ⓐ

Sol^n: $t = \left(\frac{50}{90} - \frac{50}{95}\right) \times 60 = 1.75$ min

14. An engineer designs a runway to accommodate airplanes that must reach a ground velocity of 61 ms^{-1} before they can take off. These planes are capable of being accelerated uniformly at the rate of 2.5ms^{-2} . What must be the minimum length of the runway? (একজন প্রকৌশলী একটি রানওয়ে ডিজাইন করেন যেখানে এমন সব বিমান রয়েছে যাদের ওড়ার আগে ভূমিসংলগ্ন বেগ 61 ms^{-1} হতে হয়। এই বিমানগুলো 2.5ms^{-2} হারে সুষমভাবে ত্বরান্বিত হতে পারে। রানওয়েটির সর্বনিম্ন দৈর্ঘ্য কত হতে হবে?) **[IUT'14-15]**

(a) 785.2m (b) 760.2m (c) 744.2m (d) 670.2m ⓒ

Sol^n: $v^2 = 2as$
$\Rightarrow s = \frac{v^2}{2a} = \frac{61^2}{2\times2.5} = 744.2m$

15. As a traffic light turns green, a waiting car starts with a constant acceleration of 6.0ms^{-2}. At the instant the car begins to accelerate, a truck with a constant velocity of 21ms^{-1} passes the car through the next lane. How fast will the car be traveling when it overtakes the truck? (ট্রাফিক লাইটের বাতি সবুজ হওয়ার সাথে সাথে, অপেক্ষারত একটি গাড়ি 6.0ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলতে শুরু করে। গাড়িটি যখন ত্বরণ শুরু করে ঠিক সেই মুহূর্তে, 21ms^{-1} সুষম বেগে চলমান একটি ট্রাক পাশের লেন দিয়ে গাড়িটিকে অতিক্রম করে। গাড়িটি যখন ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে তখন তার বেগ কত হবে?) **[IUT'14-15]**

(a) 78ms^{-1} (b) 42ms^{-1}
(c) 35ms^{-1} (d) 25ms^{-1} ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{2} \times 6 \times t^2 = 21t \Rightarrow t = 7$
$\therefore v = 6t = 6 \times 7 = 42\ ms^{-1}$

16. 50kg ভরের এক ব্যক্তি 1950kg ভরের একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা থেকে প্রথম 10sec সমত্বরণে চলল। অত:পর 10min সমবেগে চালানোর পর ব্রেক চেপে 1sec এর মধ্যে গাড়ি থামাল। যাত্রা শুরুর 4sec পর গাড়ির বেগ 8 ms^{-1} হলে গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

(a) 12100m (b) 12210m (c) 12310m (d) 12110m ⓓ

Sol^n: $v = u + at \therefore a = \frac{8}{4} = 2ms^{-2}$
∴ 10sec পর বেগ, $v = at = 20ms^{-1}$
প্রথম 10sec এ দূরত্ব $= \frac{1}{2}at^2 = 100m$;
পরের 10 min এ দূরত্ব
$= vt = 20 \times 10 \times 60 = 12000m$
শেষ 1sec এ দূরত্ব $= \left(\frac{u+v}{2}\right)t = \left(\frac{0+20}{2}\right) \times 1 = 10m$
∴ মোট দূরত্ব $= 100 + 12000 + 10 = 12110m$

17. $22\ ms^{-2}$ মন্দন সৃষ্টিকারী বল প্রয়োগ করে একটি গাড়ীকে 44 m দূরে থামানো হলে গাড়ীটির আদিবেগ কত? **[RUET'12-13]**

(a) $40\ ms^{-1}$ (b) $36\ ms^{-1}$
(c) $44 ms^{-1}$ (d) $22\ ms^{-1}$
(e) $11\ ms^{-1}$ ⓒ

Solⁿ: $v^2 = u^2 - 2as \Rightarrow u^2 = 2 \times 22 \times 44$
$[v = 0,\ a = 22ms^{-2},\ s = 44m] \Rightarrow u = 44ms^{-1}$

18. স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা করে একটি বস্তু প্রথম সেকেন্ডে 1m দূরত্ব অতিক্রম করল। পরবর্তী 1m অতিক্রম করতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? **[CUET'11-12]**

(a) 1 sec (b) 1.414 sec
(c) 0.414 sec (d) None of these ⓒ

Solⁿ: $s \propto t^2; \frac{s_2}{s_1} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2$

$t_2 = \sqrt{\frac{s_2}{s_1} \times t_1^2} = \sqrt{\frac{2}{1} \times 1^2} = \sqrt{2}$

$\Delta t = t_2 - t_1 = \sqrt{2} - 1 = 0.414$ sec

19. একটি ট্রেন স্থির অবস্থান হতে $10ms^{-2}$ ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল। একই সময়ে একটি গাড়ি $100ms^{-1}$ সমবেগে ট্রেনের সমান্তরালে চলা শুরু করল। ট্রেন গাড়িটিকে কখন পিছনে ফেলবে? **[KUET'11-12]**

(a) 20 sec (b) 20 min
(c) 18 sec (d) 19 sec (e) 21 sec ⓐ

Solⁿ: t সময় পর ট্রেন গাড়িটিকে পিছনে ফেললে,
$100t = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \therefore t = 20s$

20. A car and a truck start from rest at the same instant, with the car initially at some distance behind the truck. The truck has a constant acceleration of $2\ ms^{-2}$ and the car an acceleration of $3\ ms^{-2}$. The car overtakes the truck after the truck has moved 75 m. How far was the car behind the truck? (একটি গাড়ি এবং একটি ট্রাক একই মুহূর্তে স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে, যেখানে গাড়িটি প্রাথমিকভাবে ট্রাকটির কিছু পিছনে ছিল। ট্রাকটির ধ্রুব ত্বরণ $2\ ms^{-2}$ এবং গাড়িটির ত্বরণ $3\ ms^{-2}$। ট্রাকটি 75 m যাওয়ার পর গাড়িটি ট্রাকটিকে অতিক্রম করে। গাড়িটি ট্রাকটির কত পিছনে ছিল?) **[IUT'11-12]**

(a) 37.9 m (b) 48.5 m (c) 33.8 m (d) 37.5 m ⓓ

Solⁿ: $\frac{1}{2} \times 3 \times t^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 + x \dots\dots$ (i)

and $\frac{1}{2} \times 2 \times t^2 = 75 \Rightarrow t^2 = 75$

(i) $\Rightarrow \frac{1}{2} \times 3 \times 75 = \frac{1}{2} \times 2 \times 75 + x$

$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \times 75 = 37.5m$

21. $100ms^{-1}$ বেগে বন্দুকের একটি গুলি 2m পুরু দেয়াল ভেদ করে বেরিয়ে আসার সময় $50ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়। $100ms^{-1}$ বেগ সম্পন্ন গুলিকে সম্পূর্ণ থামাতে কত মিটার পুরু দেয়ালের প্রয়োজন হবে? **[CUET'10-11]**

(a) 2.67m (b) 1.33m
(c) 0.667m (d) None of these ⓐ

Solⁿ: $v^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow 50^2 = 100^2 - 2 \times a \times 2$

$\therefore a = 1875ms^{-2}$ (মন্দন)

ধরি, গুলিটিকে সম্পূর্ণ থামাতে x m পুরুত্ববিশিষ্ট দেয়াল প্রয়োজন। $\therefore 0^2 = 100^2 - 2 \times 1875 \times x$

$\therefore x = 2.67m$

22. একটি ট্রেন $22.5\ ms^{-1}$ গতিবেগ নিয়ে যাত্রা করে 10sec -এ 325m গেল। এর ত্বরণ কত? **[RUET'10-11]**

(a) $2\ ms^{-2}$ (b) $3\ ms^{-2}$ (c) $4\ ms^{-2}$
(d) $2.5\ ms^{-2}$ (e) $1.5\ ms^{-2}$ ⓐ

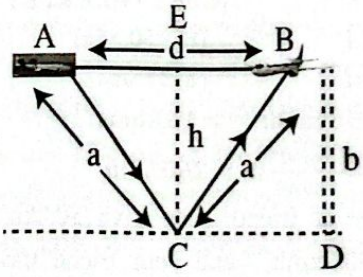
Solⁿ: $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow 325 = 22.5 \times 10 + \frac{1}{2}a \times 10^2 \therefore a = 2ms^{-2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. কোন পাইলট ভূমির সমান্তরালে প্লেনে করে প্রতি ঘণ্টা 200 km বেগে যাচ্ছিলেন। পাইলট প্লেন থেকে একটি বন্দু ফায়ার করলেন এবং মাটি থেকে এর প্রতিধ্বনি 3 second পরে শুনলেন। বাতাসে শব্দের বেগ $340\ ms^{-1}$ হলে, ভূ থেকে প্লেনের উচ্চতা নির্ণয় কর। **[RUET'19-20, 17-1**

Solⁿ:



এরোপ্লেনের অতিক্রান্ত পথ,

$d = v_A \times t = \frac{200}{3.6} \times 3 = \frac{500}{3}$ m

এখন, শব্দের অতিক্রান্ত পথ,

$a + a = v_s t = 340 \times 3 \Rightarrow a = 510m$

এখন ΔEBC এ $h^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 = a^2$

$\Rightarrow h = \sqrt{a^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \sqrt{(510)^2 - \left(\frac{500}{3 \times 2}\right)^2}$

$= 503.14m$ **(Ans.)**

02. সমমন্দনে চলমান একটি ট্রেন প্রথম $\frac{1}{4}$ km অতিক্রম করে 20s এ এবং দ্বিতীয় $\frac{1}{4}$ km অতিক্রম করে 30 s এ। ট্রেনটি সম্পূর্ণভাবে থামতে আর কতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করবে? [BUET'14-15]

Sol^n: এখানে, $\frac{1}{4}\text{km} = 250\text{m}$

মনে করি, আদিবেগ u এবং ত্বরণ a

এখন, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow 250 = u \times 20 + \frac{1}{2} \times a \times 20^2$

$\Rightarrow 250 = 20u + 200a \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$

আবার, $2 \times 250 = u(20+30) + \frac{1}{2} \times a \times (20+30)^2$

$\Rightarrow 500 = 50u + 1250a \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$

(i) ও (ii) সমাধান করে, $u = \frac{85}{6}\text{ms}^{-1}$ এবং

$a = -\frac{1}{6}\text{ms}^{-2}; v^2 = u^2 + 2as$

$\Rightarrow u^2 = -2as \Rightarrow s = -\frac{u^2}{2a}$

∴ সম্পূর্ণভাবে থামতে আরও অতিক্রম করবে

$\left(-\frac{u^2}{2a} - 500\right) = 102.0833\text{m}$ **(Ans.)**

03. একটি বিমান বন্দরের রানওয়ের দৈর্ঘ্য 100 m। একটি উড়োজাহাজ উড়ার পূর্ব মূহুর্তে $216\ \text{kmh}^{-1}$ গতি সম্পন্ন হতে হয়। উড়োজাহাজটি 15ms^{-2} ত্বরণে ত্বরান্বিত হলে রানওয়ে থেকে উড়তে সক্ষম হবে কি? রানওয়ের দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন কত হলে উড়োজাহাজটি উড়তে পারবে? [BUET'13-14]

Sol^n: এখানে, $v = \frac{216}{3.6} = 60\ \text{ms}^{-1}$;

$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{60^2}{2 \times 15} = 120\ \text{m} > 100\text{m}$

∴ 100m রানওয়ে হলে তা হতে উড়তে পারবে না। রানওয়ের সর্বনিম্ন দৈর্ঘ্য 120 m হলে উড়তে পারবে।

04. একটি রাইফেলের গুলি প্রতিটি 5cm পুরুত্বের দুইটি কাঠের তক্তাকে ভেদ করতে পারে এবং পৃথকভাবে কোন একটি দেয়ালের মধ্যে 20cm ভেদ করতে পারে। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে কতটুকু ভেদ করতে পারবে যদি উল্লিখিত তক্তার একটি তক্তা দেয়ালের সামনে সংযুক্ত করা থাকে? [BUET'11-12]

Sol^n: যেহেতু গুলিটি 5cm পুরুত্বের দুটি তক্তা ভেদ করতে পারে।

সুতরাং একটি তক্তা ভেদ করলে এর গতিশক্তি অর্ধেক হয়। যদি গুলির বেগ v হয় এবং একটি তক্তা ভেদ করলে বেগ v′ হয়।

$\therefore \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$;

এখন গুলিটি দেয়ালে 20cm প্রবেশ করতে পারে।

$\therefore 0^2 = v^2 + 2as \Rightarrow 0 = v^2 + 2a \times 20 \Rightarrow a = \frac{-v^2}{40}$

এখন, দেয়ালের সামনে একটি তক্তা রাখলে,

$0^2 = v'^2 + 2as'$

$\Rightarrow s' = -\frac{v'^2}{2a} = -\frac{v^2}{2 \times 2 \times \frac{-v^2}{40}} = \frac{40}{4} = 10\text{cm.}$ **(Ans.)**

05. একটি ট্রেন স্থির অবস্থান থেকে 10ms^{-2} ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল। একই সময়ে একটি মটর গাড়ি 100ms^{-1} সমবেগে ট্রেনের সমান্তরালে চলা শুরু করল। ট্রেন মটর গাড়িটিকে কখন পেছনে ফেলবে? [RUET'11-12; BUTEX'08-09]

Sol^n: ধরি, একই অবস্থান হতে ট্রেন ও গাড়িটি যাত্রা শুরু করে t সময় পর s দূরত্ব অতিক্রম করে মিলিত হয় এবং তৎক্ষণাৎ ট্রেনটি গাড়িটিকে অতিক্রম করে।

ট্রেনের ক্ষেত্রে,

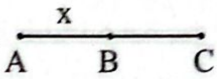
$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 5t^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(i)}$

গাড়ির ক্ষেত্রে, $s = 100t \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$

$\therefore 5t^2 = 100t \therefore t = 20\text{sec}\ [\because t \neq 0]$

06. টেক্সটাইল কলেজের সামনে থেকে একটি বাস স্থিরাবস্থা হতে 2.5ms^{-2} সমত্বরণে যাত্রা শুরু করে। 12.8m এর অধিক পশ্চাৎ হতে কোন ছাত্র $8\ \text{ms}^{-1}$ সমবেগে দৌড়ালে বাসটি ধরতে পারবে কি? [BUTex'09-10]

Sol^n:



বাসটি t সময়ে BC দূরত্ব অতিক্রম করে।

$\therefore BC = 0 + \frac{1}{2} \times 2.5t^2 = 1.25t^2 \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$

লোকটি t সময়ে AC দূরত্ব অতিক্রম করে।

$\therefore AC = 8t \Rightarrow AB + BC = 8t$

$\therefore x + 1.25t^2 = 8t \Rightarrow 1.25t^2 - 8t + x = 0 \ldots. (2);$

t এর মান বাস্তব হলে বাস ধরা সম্ভব।

এজন্য নিশ্চায়ক ≥ 0 হবে।

$\therefore (-8)^2 - 4 \cdot x \cdot 1.25 \geq 0$

$\Rightarrow 64 - 5x \geq 0 \Rightarrow x \leq 12.8$

∴ 12.8m এর অধিক পশ্চাৎ হতে ছাত্রটি বাস ধরতে পারবে না। **(Ans.)**

07. একটি বুলেট একটি দেয়ালের মধ্যে 0.06m প্রবেশ করার পর এর আদিবেগের অর্ধেক হারায়। বুলেটটি দেয়ালের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করতে পারবে? [BUET'08-09]

Sol^n: $\left(\frac{v}{2}\right)^2 = v^2 - 2a \times 0.06$

$\Rightarrow 2a \times 0.06 = v^2 - \frac{v^2}{4} = \frac{3v^2}{4}$

$\Rightarrow 2a = \frac{3v^2}{4 \times 0.06} = 12.5\ v^2$

আবার, $0 = \frac{v^2}{4} - 2ax = \frac{v^2}{4} - 12.5v^2 \times x$

$\therefore x = \frac{1}{4 \times 12.5} = 0.02\ \text{m.}$ **(Ans.)**

বিকল্প: $x = \frac{s}{n^2-1}$; যেখানে, $n = \frac{\text{আদিবেগ}}{\text{শেষবেগ}}$

এখানে, $n = 2$

সুতরাং, $x = \frac{0.06}{2^2-1} \Rightarrow x = 0.02\ \text{m}$

08. একটি ক্রিকেট বল $72\ kmh^{-1}$ আদিবেগে ও $2\ ms^{-2}$ মন্দনে 85m দূরের বাউন্ডারী লাইনের দিকে চলছে। 2 সেকেন্ড পরে একজন খেলোয়াড় বাউন্ডারী থেকে 65m দূরে থাকা অবস্থায় $15\ kmh^{-1}$ গতিতে বলটিকে ধাওয়া করে। সে কত ত্বরণ প্রাপ্ত হলে বাউন্ডারীতে পৌঁছার আগ মুহূর্তে বলটিকে থামাতে পারবে? **[RUET'08-09]**

Sol^n: এখানে, $u = 72\ kmh^{-1} = 20ms^{-1}$;

$a = 2\ ms^{-2}$

বলের জন্য, $s = ut - \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow 85 = 20 \times t - \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \Rightarrow t = 6.127s,\ 13.873s$

কিন্তু, $t \neq 13.873s$ (কারণ এটি বাউন্ডারী লাইন পার হয়ে আবার পিছনে আসার সময়, কিন্তু বলটি থেমে যাবার পর আর মন্দন হবে না, ফলে পেছনেও আসবেনা)

এখন, খেলোয়াড়কে $15\ kmh^{-1}$ বা, $4.167ms^{-1}$ বেগে 65m দূরত্ব (6.127 – 2) বা, 4.127 s সময়ে যেতে হবে।

$65 = (4.1667 \times 4.127) + \frac{1}{2} \times a \times (4.127)^2$

$= 17.19597 + 8.516a \therefore a = 5.6\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

09. টেক্সটাইল ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজের কম্পিউটার ডিপার্টমেন্ট প্রান্তে একজন বোলারের সর্বোচ্চ রান আপ 10m। ২য় পর্বের একজন ছাত্র তার রান আপের চেয়ে কম বা বেশি দূরত্ব নিয়ে দৌড় শুরু করলে তার প্রতিটি বল নো বল হয়। ঐ বোলার প্রতিটি বল ছোড়ার মুহূর্তে $20\ kmh^{-1}$ গতি সম্পন্ন হয়ে প্রায় $120\ cms^{-2}$ ত্বরণে ত্বরান্বিত হলে সে সর্বোচ্চ কত ওভার বল করতে পারবে? **[BUTEX'08-09]**

Sol^n: এখানে, আদিবেগ $u = 0$;

শেষবেগ $v = 20\ kmh^{-1} = 5.556ms^{-1}$;

ত্বরণ $a = 120cms^{-2} = 1.2ms^{-2}$

এখন, $v^2 = u^2 + 2as$; $s = \frac{v^2-u^2}{2a} = \frac{(5.556)^2}{2\times1.2} = 12.86m$

সুতরাং ছাত্রটিকে $120\ cms^{-2}$ ত্বরণে $20\ kmh^{-1}$ বেগে বল করার আগে 12.86m দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। অর্থাৎ প্রতিটি বল নো বল হবে। কোনো ওভার বল করতে পারবে না। **(Ans.)**

10. A ও B দুইটি গাড়ি 40sec ধরে একই দিকে চলছে। A গাড়িটি $50\ ms^{-1}$ সমবেগে চলে $25\ ms^{-1}$ বেগে চলা B গাড়িটিকে t = 0sec এ অতিক্রম করল। A গাড়িটিকে ধরার জন্য B গাড়িটি তাৎক্ষণিক ভাবে গতি বাড়িয়ে সমত্বরণে 20sec এ $25\ ms^{-1}$ থেকে $60\ ms^{-1}$ বেগে উন্নীত হয়ে সমবেগে চলতে লাগালো। কত সময় পরে B গাড়িটি A গাড়িটিকে ধরতে পারবে? **[RUET'07-08]**

Sol^n: B এর ত্বরণ a_B হলে, $v = u + at \Rightarrow 60 = 25 + 20a_B$

$\Rightarrow a_B = 1.75ms^{-2}$

20sec-এ B কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব

$= u_Bt + \frac{1}{2}a_Bt^2 = (25 \times 20) + \frac{1}{2} \times 1.75 \times 20^2$

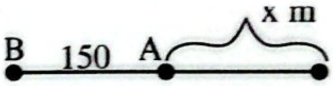
$= 850m$

20sec-এ A কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব

$= u_At = (50 \times 20)m = 1000m$

20 sec পর A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = (1000 – 850) m

= 150 m



ধরি, B গাড়িটি আরও (150 + x)m দূরত্ব অতিক্রম করলে B গাড়িটি A গাড়িকে ধরতে পারবে।

B গাড়ির ক্ষেত্রে, $150 + x = 60t'$

A গাড়ির ক্ষেত্রে, $x = 50\,t' \therefore 150 + 50t' = 60t'$

$t' = 15\ sec$

$\therefore$ B গাড়িটির A গাড়িকে ধরতে মোট সময় লাগবে

$= (t + t') = (20 + 15)s = 35s$

11. একটি গুলি প্রতি সেকেন্ডে 200 মিটার সরল গতিতে চলে 50 cm পুরু একটি কাঠের গুঁড়িকে কোন রকমে ছেদ করে। ঐ একই ধরনের গুলি একই কাঠের 40 cm পুরু গুঁড়ি হতে কত বেগে বের হবে? **[RUET'06-07; BUTEX'06-07]**

Sol^n: ১ম ক্ষেত্রে, $u = 200ms^{-1}$,

$s = 50\ cm = 0.5m,\ v = 0$

$\therefore a = \frac{u^2-v^2}{2s} = \frac{(200)^2}{2\times0.5} = 40000ms^{-2}$ (মন্দন)

২য় ক্ষেত্রে, $s = 40cm = 0.4m,\ u = 200\ ms^{-1},\ v = ?$

এখন, $v^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow v = \sqrt{u^2 - 2as}$

$= \sqrt{(200)^2 - 2 \times 40000 \times 0.4}$

$= 89.44ms^{-1}$. **(Ans.)**

12. (a) একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে সমত্বরণে চলতে লাগল এবং 7th সেকেন্ডে 91m দূরত্ব অতিক্রম করল। বস্তুটির ত্বরণ কত? **[KUET'05-06**

(b) একটি বিমান 360 km/hr বেগে মাটি স্পর্শ করে 1 km দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়। বিমানটি মাটি স্পর্শ করার ক সময় পরে থামে?

Sol^n: (a); $s_{t_{th}} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$

$\Rightarrow 91 = 0 + \frac{1}{2}a\{(2 \times 7) - 1\} \Rightarrow 91 = \frac{13}{2}a$

$\Rightarrow a = 14ms^{-2}$ **(Ans.)**

Sol^n: (b); $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t \Rightarrow 1 = \left(\frac{360+0}{2}\right)t$

$\Rightarrow t = \frac{1}{180}h = \frac{3600}{180}s = 20s$ **(Ans.)**

13. একটি ট্রেন স্থির অবস্থান হতে 5 ms^{-2} ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল। একই সময় একটি গাড়ি 50 m সামনে থেকে 50 ms^{-1} সমবেগে ট্রেনের সমান্তরালে চলতে শুরু করল। গাড়িটি কত পথ চলার পর ট্রেনের পিছনে পড়বে? আরও 4.05 sec চলার পর ট্রেনের গতি হঠাৎ করে তাৎক্ষণিক গতির এক পঞ্চমাংশ হয় এবং ট্রেনটি সমবেগে চলতে থাকে। কত সময় পর ট্রেন ও গাড়ি একই অবস্থানে আসবে? **[RUET'05-06]**

Sol^n: ধরি, t সময় পরে এবং x দূরত্বে ট্রেনটি গাড়িটিকে পেছনে ফেলবে।

ট্রেনের ক্ষেত্রে, $s = ut + \frac{1}{2}at^2; u = 0ms^{-1}$

$\therefore x + 50 = \frac{1}{2} \times 5 \times t^2 = 2.5t^2 \ldots\ldots\ldots (i);$

গাড়ির ক্ষেত্রে, $x = vt = 50t \ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$

(i) ও (ii) নং হতে পাই, $50t + 50 = 2.5t^2$

$\therefore t = 20.95sec[\because t > 0]$ এবং $x = 1047.5m$

২য় ক্ষেত্রে, $(20.95 + 4.05)$ বা, 25sec এ ট্রেনের বেগ,

$v = u + at = 125ms^{-1}$

এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = \frac{1}{2}at^2 = 1562.5m,$

গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $vt = 50 \times 25 = 1250m$

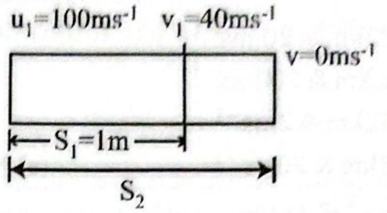
পথের ব্যবধান $= (1562.5 - 1250 - 50) = 262.5m,$

ট্রেনের সমবেগ $= \frac{1}{5} \times 125 = 25ms^{-1}$

$\therefore$ এক্ষেত্রে, $262.5 + 25t_1 = 50t_1 \therefore t_1 = 10.5$ sec

$\therefore$ আরও 10.5sec পর ট্রেন ও গাড়ি একই অবস্থানে আসবে। **(Ans.)**

14. 100 ms^{-1} বেগে চলন্ত একটি বুলেট 1 m পুরু বালির স্তুপ ভেদ করে বেরিয়ে আসার সময় 40 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। 100 ms^{-1} বেগ সম্পন্ন বুলেটকে সম্পূর্ণ থামাতে কত মিটার পুরু বালুর স্তুপ প্রয়োজন? **[CUET'04-05]**



Sol^n: $v_1^2 = u^2 + 2as_1$

$\Rightarrow a = \frac{-u^2+v_1^2}{2s_1} = \frac{-(100)^2+40^2}{2\times1} = -4200ms^{-2}$

$v^2 = u^2 + 2as_2 \Rightarrow 0 = u^2 + 2as_2$

$\Rightarrow s_2 = \frac{-u^2}{2a} = \frac{-100^2}{-2\times(4200)}$ $\therefore s_2 = 1.19$ m **(Ans.)**

15. 60 kmh^{-1} বেগে ধাবিত একটি গাড়ির ড্রাইভার হঠাৎ গাড়ির সামনে 50m দূরত্বে দন্ডায়মান এক ব্যক্তিকে দেখতে পায়। দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য দন্ডায়মান ব্যক্তি 1m আগে গাড়ি থামাতে চাইলে ড্রাইভারকে কত মন্দনে ব্রেক প্রয়োগ করতে হবে? **[BUET'04-05]**

Sol^n: এখানে, $u = 60\ kmh^{-1} = \frac{60\times10^3}{3600} = 16.67ms^{-1}$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as; s = 50 - 1 = 49m$

$\Rightarrow 0 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow a = \frac{u^2}{2s} = \frac{(16.67)^2}{2\times49} = 2.83ms^{-2}$ **(Ans.)**

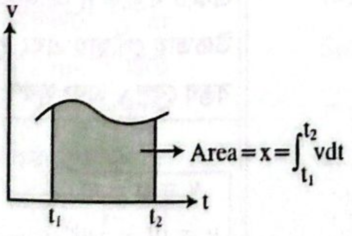
T-02: গতিবিদ্যায় ক্যালকুলাসের প্রয়োগ

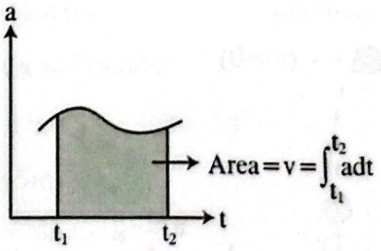
কনসেপ্ট রিভিউ

$$\underset{(x)}{\text{অবস্থান}} \underset{\int}{\overset{\frac{d}{dt}}{\rightleftarrows}} \underset{(v)}{\text{বেগ}} \underset{\int}{\overset{\frac{d}{dt}}{\rightleftarrows}} \underset{(v)}{\text{ত্বরণ}}$$

$v = \frac{dx}{dt}$ $\qquad x = \int vdt$

$a = \frac{dv}{dt}$ $\qquad v = \int adt$





বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. The co-ordinates of a moving particle at any time t are given by $x = \alpha t^3$ and $y = \beta t^3$. The speed to the particle at time t is given by- (t সময়ে একটি গতিশীল কণার স্থানাঙ্ক $x = \alpha t^3$ এবং $y = \beta t^3$ দ্বারা নির্দেশ করা হয়। t সময়ে কণাটির দ্রুতি হবে-) **[IUT'19-20]**

(a) $3t\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$ (b) $3t^2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$

(c) $t^2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$ (d) $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$ ⓑ

Sol^n: $x = \alpha t^3$

$\Rightarrow v_x = \frac{dx}{dt} = 3\alpha t^2;\ y = \beta t^3$

$\Rightarrow v_y = \frac{dy}{dt} = 3\beta t^2$

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$= \sqrt{(3t^2)^2(\alpha^2 + \beta^2)}$

$= 3t^2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$

02. একজন চালক তার গাড়ি $s = \frac{1}{2}t^2 + 20t$ সূত্রানুসারে চালাতে আরম্ভ করল। 3 মিনিট পর তার গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব এবং প্রাপ্ত বেগ কত হবে? [IUT'18-19; RUET'14-15]

(a) 0.522km & 20 ms^{-1}
(b) 52.2 km & 200ms^{-1}
(c) 0.052km & 2ms^{-1}
(d) 5.22km & 20ms^{-1} (e) None ⓒ

Solⁿ: $s = \frac{1}{2}t^2 + 20t$

$= \frac{1}{2} \times (180)^2 + 20 \times 180 = 19.8km$

$v = t + 20 = 180 + 20ms^{-1} \therefore v = 200ms^{-1}$

03. মিটারে প্রকাশিত একটি বস্তুর অবস্থান $x(t) = 16t - 3t^3$ যেখানে সময় t সেকেন্ডে প্রকাশিত। বস্তুটি ক্ষণিকের জন্য স্থিতাবস্থায় থাকে যখন t এর মান- [BUET'12-13; IUT'17-18]

(a) 0.75 s (b) 1.30 s (c) 5.30s (d) 7.30 s ⓑ

Solⁿ: $x = 16t - 3t^3$

$\Rightarrow v = 16 - 9t^2 \left[\because v = \frac{dx}{dt}\right]$

এখন, স্থির থাকলে v = 0

$\therefore 16 - 9t^2 = 0$

$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{16}{9}} = 1.3333 \text{ sec} \approx 1.30 \text{ sec}$

04. একটি বস্তুর ত্বরণ 'a' ms^{-2} সময় 't'sec এর সাথে $a = 3t - 1$ সমীকরণ অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। t = 2sec সময়ে বস্তুটির গতি হবে- [BUET'07-08, RUET'11-12]

(a) 4 ms^{-1} (b) 6 ms^{-1} (c) 9 ms^{-1}
(d) 14 ms^{-1} (e) None ⓐ

Solⁿ: $a = 3t - 1 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 3t - 1$

$\therefore v = 3\int_0^2 t dt - \int_0^2 dt = 3\left[\frac{t^2}{2}\right]_0^2 - [t]_0^2$

$= \frac{3}{2} \times 4 - 2 = 4ms^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01. নির্দিষ্ট দিকে একটি বস্তুকণার সরণ $x = 2.0(ms^{-2})t^2 +$ 3.0m দ্বারা প্রকাশ করা যায়। 3.0 সেকেন্ডে ও 5.0 সেকেন্ডের মধ্যে বস্তুকণাটির গড় ত্বরণ কত? [BUET'01-02]

Solⁿ: $\left[\text{গড় ত্বরণ} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}\right]\left[\text{তাৎক্ষণিক ত্বরণ} = \frac{dv}{dt}\right]$

$v_x = \frac{dx}{dt} = 4.0(ms^{-2})t$;

$(v_x)_{t=3s} = 4.0(ms^{-2})3s = 12.0ms^{-1}$;

$(v_x)_{t=5s} = 4.0(ms^{-2})5s = 20.0ms^{-1}$

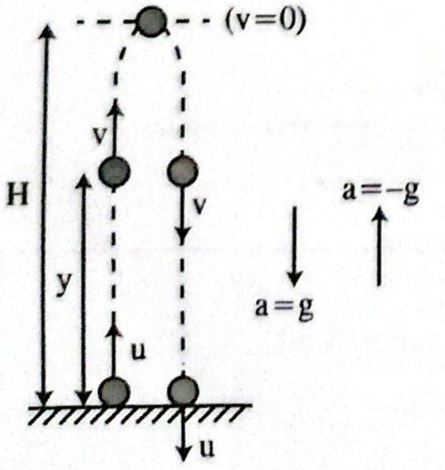
গড় ত্বরণ, $\bar{a}_x = \frac{(v_x)_{t=5s} - (v_x)_{t=3s}}{t_{5s} - t_{3s}} = \frac{20ms^{-1} - 12ms^{-1}}{5s - 3s}$

$\therefore \bar{a}_x = 4.0ms^{-2}$ **(Ans.)**

T-03: উল্লম্ব গতি ও গ্যালিলিও এর সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

উল্লম্ব গতি:



<table>
<tr><td colspan="2">একটি বস্তুকে u আদিবেগে ভূমি হতে নিক্ষেপ করা হলে, এটি সর্বোচ্চ H উচ্চতায় পৌঁছায় এবং পুনরায় u বেগে ভূমিতে আঘাত করে। t সময় পর বস্তুর বেগ v এবং সরণ y।</td></tr>
<tr><td>$\boxed{\begin{array}{l} v = u - gt \\ y = ut - \frac{1}{2}gt^2 \\ v^2 = u^2 - 2gy \end{array}}$</td><td>বেগ নিচের দিকে → v ⇒ (−)ve
বেগ উপরের দিকে → v ⇒ (+)ve
আদিবেগ নিচের দিকে → u ⇒ (−)ve
আদিবেগ উপরের দিকে → u ⇒ (+)ve
সরণ উপরে হলে → y ⇒ (+)ve
সরণ নিচে হলে → y ⇒ (−)ve</td></tr>
</table>

* সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{u^2}{2g}$

* উত্থানকাল (t_{up}) = পতনকাল $(t_{down}) = \frac{u}{g}$

* বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g}$

গ্যালিলিও এর প্রথম সূত্র: স্থির অবস্থান ও একই উচ্চতা হতে কয়েকটি বস্তু ছাড়া হলে t সময়ে যদি এরা h_1, h_2 ও h_3 দূরত্ব অতিক্রম করে তবে $h_1 = h_2 = h_3$

দ্বিতীয় সূত্র: স্থির অবস্থান $(u = 0)$ হতে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর t_1, t_2, t_3 সময়ে বেগ v_1, v_2 ও v_3 হলে,

$v_1 : v_2 : v_3 : \dots\dots\dots = t_1 : t_2 : t_3 : \dots\dots\dots$, সুতরাং, $v \propto t$ এবং $\frac{v_1}{v_2} = \frac{t_1}{t_2}$

তৃতীয় সূত্র: স্থির অবস্থান $(u = 0)$ হতে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর t_1, t_2 ও t_3 সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব h_1, h_2 ও h_3 হলে,

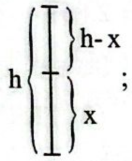
$h_1 : h_2 : h_3 : \dots\dots\dots = t_1^2 : t_2^2 : t_3^2 : \dots\dots\dots$, সুতরাং, $h \propto t^2$ এবং $\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 1 km উচ্চতা থেকে একটি বস্তু ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে অন্য একটি বস্তুকে ভূমি থেকে $200\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। বস্তুদ্বয় ভূমি থেকে কত উচ্চতায় মিলিত হবে? **[CKRUET'20-21; SUST'11-12; KUET'12-13]**

(a) 0 m (b) 122.5 m (c) 200 m
(d) 877.5 m (e) 1000 m ⓓ

Sol^n: h



;

$x = 200t - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (i); h - x = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (ii)$

$(i) + (ii) \Rightarrow h = 200t = 1000 \Rightarrow t = 5s$

$\therefore x = 200 \times 5 - 4.9 \times 5^2 = 877.5m$

02. A parachutist opened his parachute after falling 50 m without any resistance. After opening the parachute, the rate of decrease of velocity was $2ms^{-2}$ and he fell on the ground with $3\ ms^{-1}$ velocity. At what height did he fall from? (একজন প্যারাসুট আরোহী মুক্ত হওয়ার পর বাধাহীনভাবে 50 m নিচে নামার পর প্যারাসুট খুললে তার বেগ $2\ ms^{-1}$ হারে হ্রাস পেতে থাকে এবং তিনি $3\ ms^{-1}$ বেগে ভূমিতে পতিত হন। তাকে কত উচ্চতা থেকে মুক্ত করা হয়েছিল?) **[IUT'20-21]**

(a) 295.75 m (b) 297.75 m
(c) 290.75 m (d) 292.75 m ⓓ

Sol^n: $v_i = \sqrt{2gh} = 31.30495\ ms^{-1}$,

$a = -2\ ms^{-2}$ and $v_f = 3ms^{-1}$

$\therefore h_1 = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} = 242.75$ m and

$h = (50 + 242.75)\ m = 292.75\ m$

03. A person on the street wants to throw an 8 kg book up to a person leaning out of a window 5 m above street level. At what velocity the person should throw the book so that it reaches the person in the window? (রাস্তায় থাকা একজন ব্যক্তি 8 kg ভরের একটি বই উপরে ছুঁড়ে দিতে চায় যা রাস্তার স্তর থেকে 5 m উপরে জানালা থেকে ঝুঁকে থাকা একজন ব্যক্তির কাছে পৌঁছাবে। ব্যক্তিটিকে কত বেগে বইটি ছুঁড়তে হবে যাতে এটি জানালার ব্যক্তির কাছে পৌঁছায়?) **[IUT'18-19]**

(a) $5\ ms^{-1}$ (b) $8\ ms^{-1}$
(c) $10\ ms^{-1}$ (d) $40\ ms^{-1}$ ⓒ

Sol^n: We know, $v^2 = u^2 - 2gh$

$\Rightarrow 0^2 = u^2 - 2gh$

$\Rightarrow u = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10\ ms^{-1}$

04. যদি পড়ন্ত বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব h হয়, তাহলে- **[BUTEX'14-15]**

(a) $h \propto t^2$ (b) $h \propto t$ (c) $h \propto \frac{1}{t}$ (d) $h \propto \frac{1}{t^2}$ ⓐ

05. ভূমির সঙ্গে 30° কোণে আনত একটি মসৃণ তল AB এর সর্বোচ্চ বিন্দু A থেকে একটি বস্তু মসৃণভাবে গড়িয়ে 10 sec পরে B বিন্দুতে আসল। ভূমি হতে A এর উচ্চতা কত? **[CUET'14-15]**

(a) 212.25m (b) 122.5m
(c) 368.48m (d) None of them ⓑ

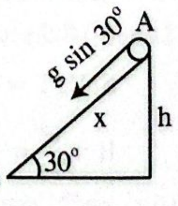
Sol^n: $x = \frac{1}{2}g\sin\theta t^2$

$= \frac{1}{2} \times 9.8 \times \sin 30^o \times 10^2$

$= 245m$

$\therefore \frac{h}{x} = \sin 30^o = \frac{1}{2}$

$\therefore h = \left(245 \times \frac{1}{2}\right) m = 122.5m$



06. 23m উঁচু একটি দালানের ছাদ থেকে একটি বল খাড়াভাবে নিচের দিকে নিক্ষেপ করা হল। নিচে দাঁড়ানো এক লোক ভূমি থেকে 3m উঁচুতে বলটি ধরে ফেলল। ধরার মুহূর্তে বলটির গতিবেগ ছিল $40\ ms^{-1}$। নিক্ষেপ করার মুহূর্তে বলটির গতিবেগ কত ছিল? **[CUET'14-15]**

(a) $33.9\ ms^{-1}$ (b) $34.8\ ms^{-1}$
(c) $40.7\ ms^{-1}$ (d) None of them ⓑ

Sol: $v^2 = u^2 + 2gh$

$h = (23 - 3)m = 20m$

$\therefore u = \sqrt{v^2 - 2gh}$

$= \sqrt{40^2 - 2 \times 9.8 \times 20}\ ms^{-1} = 34.8ms^{-1}$

07. A ball is thrown vertically upwards with speed $7.7ms^{-1}$ from the top of a sheer cliff of height 21m. The time taken by the ball to reach the foot of the cliff is- [Assume $g = 9.8ms^{-2}$] (21m উঁচু একটি খাড়া পাহাড়ের চূড়া থেকে একটি বলকে $7.7ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। পাহাড়ের পাদদেশে পৌঁছাতে বলটির সময় লাগবে- [ধরে নাও $g = 9.8ms^{-2}$]) **[IUT'14-15]**

(a) $\frac{10}{7}s$ (b) $\frac{11}{7}s$ (c) 5s (d) 3s ⓓ

Sol: $h = -7.7t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$

$\Rightarrow 4.9t^2 - 7.7t - 21 = 0 \Rightarrow t = 3s, -\frac{10}{7}s \therefore t = 3s$

[$\because t = -\frac{10}{7}s$ is not acceptable]

08. বিনা বাধায় ভূ-পৃষ্ঠ থেকে নিক্ষিপ্ত বস্তু সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে যে সময় লাগে, সেই উচ্চতা থেকে ভূ-পৃষ্ঠে পড়তে কত সময় লাগে? **[BUTEX'13-14]**

(a) কম সময় (b) দুই-তৃতীয়াংশ সময়

(c) অর্ধেক সময় (d) সমান সময় ⓓ

Sol: (d) ; $t_1 = \frac{u}{g}, T = \frac{2u}{g}; t_2 = T - t_1 = \frac{u}{g} = t_1$

09. একজন লোক $48ms^{-1}$ বেগে একটি বল খাড়া উপর দিকে নিক্ষেপ করে। বলটি কত সময় শূন্যে থাকবে এবং সর্বোচ্চ কত উপরে উঠবে? **[RUET'13-14; IUT'16-17, 14-15]**

(a) 9.8sec & 117.55m (b) 8.9 sec & 117.55m

(c) 9.8 sec & 171.55m

(d) 8.9 sec & 171.55m (e) None ⓐ

Sol: $T = \frac{2u}{g} = \frac{2\times48}{9.8} = 9.8s;$

$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{48^2}{2\times9.8} = 117.55m$

10. একটি চন্দ্রতরীর মডিউল $10ms^{-1}$ সমবেগে চন্দ্রপৃষ্ঠে অবতরণ করছে। চন্দ্রপৃষ্ঠ হতে 120m উঁচুতে থাকা অবস্থায় এর সিঁড়ির থেকে ছোট একটি বস্তু পড়ে গেল। চন্দ্রপৃষ্ঠে আঘাতের সময় বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। [চাঁদে g -এর মান হল $1.6\ ms^{-2}$] **[BUET'11-12]**

(a) $22ms^{-1}$ (b) $30ms^{-1}$

(c) $17ms^{-1}$ (d) $130ms^{-1}$ ⓐ

Sol: $v^2 = u^2 + 2gh$

$= 10^2 + 2 \times 1.6 \times 120 = 484 \therefore v = 22ms^{-1}$

11. স্থির অবস্থা থেকে মুক্তভাবে একটি প্রস্তর পড়ছে এবং পড়ন্ত অবস্থায় সবশেষ সেকেন্ডে এটা সাকুল্যে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা প্রথম তিন সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তার সমান। প্রস্তরটি বাতাসে ছিল- **[CUET'11-12]**

(a) 6 sec (b) 5 sec

(c) 7 sec (d) None of these ⓑ

Sol: সর্বশেষ সেকেন্ডে দূরত্ব,

$s = \frac{1}{2}g(2t - 1);$

প্রথম তিন সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = \frac{1}{2}gt_3^2$

প্রশ্নমতে $\frac{1}{2}g(2t - 1) = \frac{1}{2}gt_3^2$

$\Rightarrow 2t - 1 = 3^2 = 9 \Rightarrow t = \frac{10}{2} = 5sec$

12. $14ms^{-1}$ আদিবেগে একটি পাথরকে উপর দিকে ছুঁড়ে দেওয়া হল। পাথরটি ফিরে আসতে কত সময় লাগবে? **[KUET'11-12]**

(a) 1.83s (b) 2.13s (c) 3.15s

(d) 1.43s (e) 2.86s ⓔ

Sol: বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g} = \frac{14\times2}{9.8} = 2.86s$

13. উল্লম্বভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বাধিক উচ্চতায় পৌঁছতে অতিবাহিত সময় কত? **[BUTEX'11-12]**

(a) $t = \frac{2v_0}{g}$ (b) $t = \frac{2v_0^2}{g}$

(c) $t = \frac{v_0}{g}$ (d) $t = \frac{\sqrt{v_0}}{g}$ ⓒ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01. একজন ক্রিকেট খেলোয়াড় 240gm ভরের ক্রিকেট বলকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করে 10 সেকেণ্ড পরে একই স্থানে দাঁড়িয়ে ক্যাচ ধরে। বলটি সর্বোচ্চ কত উপরে উঠেছিল? **[BUTEX'20-21]**

Sol: ক্রিকেট বলটি শূন্যে থাকে,

$T = \frac{2u}{g} = 10 \Rightarrow u = \frac{10\times g}{2} = 5 \times 9.8 = 49\ ms^{-1}$

∴ বলটির উড্ডয়নের সর্বোচ্চ উচ্চতা,

$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{49^2}{2\times9.8} = 122.5m$

02. ভূমি হতে 1m উচ্চতায় অবস্থিত একটি পানির কল থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি পড়ছে। প্রথম ফোঁটা যখন ভূমিতে পড়ে তখন তৃতীয় ফোঁটা কলের মুখে বের হয়ে আসে। এই অবস্থায় ভূমি হতে দ্বিতীয় ফোঁটার উচ্চতা কত? **[BUET'19-20]**

Sol: ধরি, প্রতিটি ফোঁটার সময় ব্যবধান t

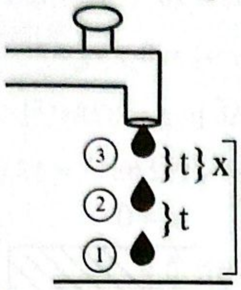
আমরা জানি, $h \propto t^2$

১ম ফোঁটার জন্য অতিবাহিত সময়, $t_1 = 2t$

১ম ফোঁটার জন্য অতিক্রান্ত পথ, $h_1 = 1m$

২য় ফোঁটার জন্য অতিবাহিত সময়, $t_2 = t$

২য় ফোঁটার জন্য অতিক্রান্ত পথ, $h_2 = ?$

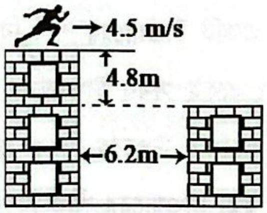


$\therefore \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 \Rightarrow h_2 = \left(\frac{t}{2t}\right)^2 \times h_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 1$

$\therefore h_2 = 0.25\text{m}$

$\therefore$ ভূমি হতে ২য় ফোঁটার উচ্চতা $= (1 - 0.25)\text{m} = 0.75 \text{ m}$ **(Ans.)**

03. নিচের চিত্রে চলচ্চিত্রের একজন স্টান্টম্যান একটি উঁচু ভবনের ছাদে অনুভূমিকভাবে দৌড়িয়ে পার্শ্ববর্তী একটি অপেক্ষাকৃত কম উঁচু ভবনের ছাদে লাফ দেবে। এই কাজটি করার পূর্বে সে বুদ্ধিমানের মত তোমাকে প্রশ্ন করলো যে, এটি করা তার পক্ষে সম্ভব হবে কি না। ছাদে তার দৌড়ের সর্বোচ্চ গতিবেগ 4.5 ms^{-1} হলে সে এটা করতে পারবে কি? সেক্ষেত্রে তোমার উপদেশ কী হবে? "ঝাঁপ দাও"! অথবা "ঝাঁপ দিও না"! **[BUET'16-17]**



Sol^n: ভবন দুটির মধ্যবর্তী উচ্চতার ব্যবধান, $h = 4.8 \text{ m}$

ভবন দুটির মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব $= 6.2\text{m}$

উঁচু ভবনের ছাদ হতে নিচু ভবনের ছাদে পৌঁছাতে সময় লাগবে t sec.

$\therefore h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{4\sqrt{3}}{7}\text{sec}$

অনুভূমিক দিকে লোকটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$= 4.5 \times t = 4.5 \times \frac{4\sqrt{3}}{7}\text{m} = 4.454 \text{ m}$

যেহেতু, $4.454 < 6.2$; তাই লোকটি নিচু ভবনের ছাদে পৌঁছাতে পারবে না।

$\therefore$ আমার উপদেশ "ঝাঁপ দিও না"। **(Ans.)**

04. একটি পাথর একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে 5 সেকেন্ডে ভূমিতে পতিত হয়। পাথরটিকে 3 সেকেন্ড পর থামিয়ে দিয়ে আবার পড়তে দেয়া হলো। বাকি দূরত্ব অতিক্রম করে পাথরটির ভূমিতে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে? **[RUET'15-16]**

Sol^n: $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2 = 122.5\text{m}$; 3s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব $= \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2 = 44.1\text{m}$

$\therefore$ বাকি পথ অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় t হলে,

$\frac{1}{2} \times g \times t^2 = 122.5 - 44.1 \Rightarrow t^2 = \frac{2\times78.4}{9.8} = 16$

$\therefore t = 4\text{s}$ **(Ans.)**

05. একটি কণাকে 200 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। এর 10 sec. পর অপর একটি কণাকে একই স্থান থেকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। যদি তারা প্রথম কণার বৃহত্তম উচ্চতায় মিলিত হয়, তবে দ্বিতীয় কণার বেগ নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$. **[CUET'13-14]**

Sol^n: প্রথম কণার বৃহত্তম উচ্চতা,

$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{200^2}{2\times9.8} = 2040.81\text{m}$

উঠার জন্য প্রয়োজনীয় সময়, $t = \frac{v_0}{g} = \frac{200}{9.8} = 20.408\text{s}$

$\therefore$ দ্বিতীয় কণার ব্যয়িত সময়,

$t' = (20.408 - 10) = 10.408\text{s}$; $h = v_2t' - \frac{1}{2}gt'^2$

$\therefore v_2 = 247.08\text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

06. একজন প্যারাসুট আরোহী মুক্ত হয়ে বাধাহীন ভাবে 50m নিচে পতিত হয়েছে। যখন প্যারাসুটটি খুলেছে তখন গতি হ্রাসের হার হল 2 ms^{-2} এবং সে 3 ms^{-1} গতিতে মাটিতে এসে পৌঁছেছে। কত উচ্চতায় সে মুক্ত হয়েছিল? **[BUET'11-12, 07-08]**

Sol^n: মুক্তভাবে 50m নিচে পড়ার পর বেগ v হলে,

$v^2 = 0^2 + 2gh = 2 \times 9.8 \times 50; v = \sqrt{980}\text{ms}^{-1}$

প্যারাসুট খোলার পর বাকি পথের জন্য, প্যারাসুট খোলার পর বেগ, $v_0 = \sqrt{980} \text{ ms}^{-1}$,

$v = 3\text{ms}^{-1}, a = -2\text{ms}^{-2}, s = ?$

$v^2 = {v_0}^2 + 2as \Rightarrow 3^2 = 980 - 2 \times 2 \times s$

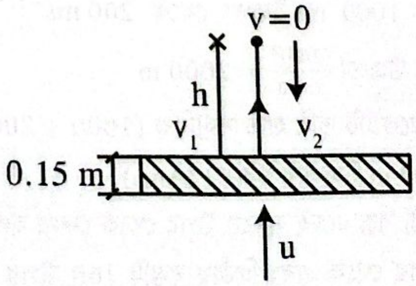
$\Rightarrow s = 242.75\text{m}$

$\therefore$ নির্ণেয় উচ্চতা $= (50 + 242.75) = 292.75\text{m}$. **(Ans.)**

07. একটি বন্দুকের গুলি 100 কি. মি./ ঘন্টা বেগে উপরের দিকে ছোড়ায় 15 সে. মি. পুরু ছাদ ভেদ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি পুনরায় উপর হতে নীচে এসে ছাদটিকে আঘাত করার পর আর কতদূর ছাদটি ভেদ করবে? **[CUET'11-12]**

Sol^n: $u = \frac{100}{3.6} = 27.78 \text{ ms}^{-1}$

$v = \frac{50}{3.6} = 13.89 \text{ ms}^{-1}$



$v^2 = u^2 - 2as$

$\therefore a = \frac{(27.78)^2-(13.89)^2}{2\times0.15} = 1.9 \times 10^3\text{ms}^{-2}$

13.89ms^{-1} বেগে গুলিটি উপরে উঠে পরে

আবার, $13.89 ms^{-1}$ বেগে নিচে পড়বে।

তখন x পুরুত্ব ভেদ করলে, $0 = v^2 - 2ax$ [$a >> g$, তাই g কে হিসেবে আনা হয় নি]

$\therefore x = \frac{v^2}{2a} = \frac{(13.89)^2}{2\times1.9\times10^3} = 0.05m = 5cm$ **(Ans.)**

08. কোন মিনারের উপর থেকে একটি মার্বেল সোজা নিচের দিকে ফেলে দেয়া হলো। মার্বেলটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্ববর্তী সেকেন্ডে 34.3 m দূরত্ব অতিক্রম করে। মিনারটির উচ্চতা কত? **[RUET'10-11]**

Sol

Sol^n: পতনকাল t হলে, $34.3 = 0 + \frac{1}{2}g(2t-1)$

$\Rightarrow 34.3 \times \frac{2}{9.8} = 2t - 1 \therefore t = 4s$

$\therefore H = 0 + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}\times 9.8 \times 4^2 = 78.4m$ **(Ans.)**

09. একটি বস্তু কোন টাওয়ারের উপর স্থিরাবস্থা হতে নিচে পতিত হওয়ার সময় শেষ এক সেকেন্ডে মোট উচ্চতার অর্ধেক অতিক্রম করে। পতনের সময় ও টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় কর। [$g = 9.8 ms^{-2}$] **[BUET'07-08]**

Sol^n: শেষ-তম সেকেন্ডে, $\frac{h}{2} = \frac{1}{2}\times g \times (2t-1)$

$\Rightarrow h = g(2t-1)$

আমরা জানি, $h = \frac{1}{2}gt^2$

$\therefore \frac{1}{2}gt^2 = g(2t-1)$

$\Rightarrow t^2 - 4t + 2 = 0$

$\therefore t_1 = 3.4142s; t_2 = 0.585s$

[গ্রহণযোগ্য নয় যেহেতু $t > 1$ হতেই হবে]

$\therefore h = \frac{1}{2}\times 9.8 \times (3.4142)^2 = 57.118m$ **(Ans.)**

10. একটি রকেট খাড়াভাবে উপরের দিকে $20ms^{-2}$ ত্বরণে চলতে শুরু করলো। 10 sec পরে রকেটটির ইঞ্জিনের সুইচ হঠাৎ বন্ধ করা হলে রকেটটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় পৌঁছাবে তা নির্ণয় কর। অভিকর্ষীয় ত্বরণ-এর মান $10ms^{-2}$ ধর। **[BUET'07-08]**

Sol^n: আমরা জানি, $v = u + at$

10s শেষে রকেটের বেগ $= 20 \times 10 = 200\ ms^{-1}$ এবং

উচ্চতা $= \frac{1}{2}\times(20)\times(10)^2 = 1000\ m$

সুতরাং, 1000 m উচ্চতা থেকে $200\ ms^{-1}$ বেগের জন্য সর্বোচ্চ উচ্চতা $\frac{(200)^2}{2\times10} = 2000\ m$

অর্থাৎ, রকেটটি ভূমি হতে সর্বাধিক $(1000 + 2000)$ m বা, 3000 m উচ্চতায় উঠবে। **(Ans.)**

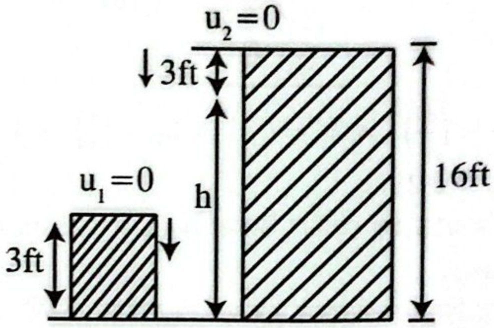
11. দুটি ভারী বস্তু একই সময়ে উপর থেকে ফেলা হল, প্রথম বস্তুটি 3ft উপর থেকে এবং দ্বিতীয় বস্তুটি 16ft উপর থেকে। প্রথম বস্তুটি যখন ভূমি স্পর্শ করে সে মুহূর্তে দ্বিতীয় বস্তুটি ভূমি হতে কত উচ্চতায় থাকবে এবং বেগ কত হবে? **[BUTex'05-06; RUET'03-04]**

Sol^n: পড়ন্ত বস্তু একই সময়ে একই দূরত্ব অতিক্রম করে, তাই দ্বিতীয় বস্তুর, $h = 16 - 3ft = 13ft$ **(Ans.)**

আবার, $\Delta h = 3ft$, $u_2 = 0$, $v_2 = ?$

$v_2 = \sqrt{2\times g\times\Delta h}$ [$\because g = 32fts^{-2}$]

$= \sqrt{2\times32\times3} = \sqrt{192}\ fts^{-1} = 13.86\ fts^{-1}$ **(Ans.)**



12. একটি বলকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হয় এবং এটি সেকেন্ডে ওঠা-নামা করে। বলটি সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠে? [$g = 32\ ft\ s^{-2}$] **[BUET'04-05**

Sol^n: এখানে, $T = \frac{2u}{g}$ বা, $6 = \frac{2\times u}{g} \therefore u = 96\ ft\ s^{-1}$;

আবার, $H = \frac{u^2}{2g} = \frac{(96)^2}{2\times32} ft = 144ft$ **(Ans.)**

13. একটি বস্তুকে একটি টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দু হতে নিচে ছেড়ে দেয়া হল এবং একই সময় টাওয়ারের পাদবিন্দু হতে আর একটি বস্তুকে সরাসরি উপরের দিকে এমন আদিবেগে ছুঁড়ে মারা হল যেন ইহা টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দুতে পৌঁছাতে পারে। বস্তুদ্বয় কোথায় মিলিত হবে তা নির্ণয় কর। **[KUET'04-05; CUET'03-04, RUET'08-09, 03-04]**

Sol^n: ধরি, টাওয়ারের উচ্চতা = h ,

উপরে নিক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ = u

$\therefore h = \frac{u^2}{2g} \Rightarrow u = \sqrt{2gh}$

ধরি, তারা t s পর x উচ্চতায় মিলিত হল

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, $h - x = 4.9\ t^2$........ (i) ;

নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্র,

$x = ut - \frac{1}{2}gt^2 = \sqrt{2gh}\,t - 4.9t^2$ ... ... (ii)

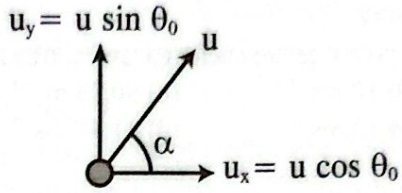
এখন, (i) + (ii)

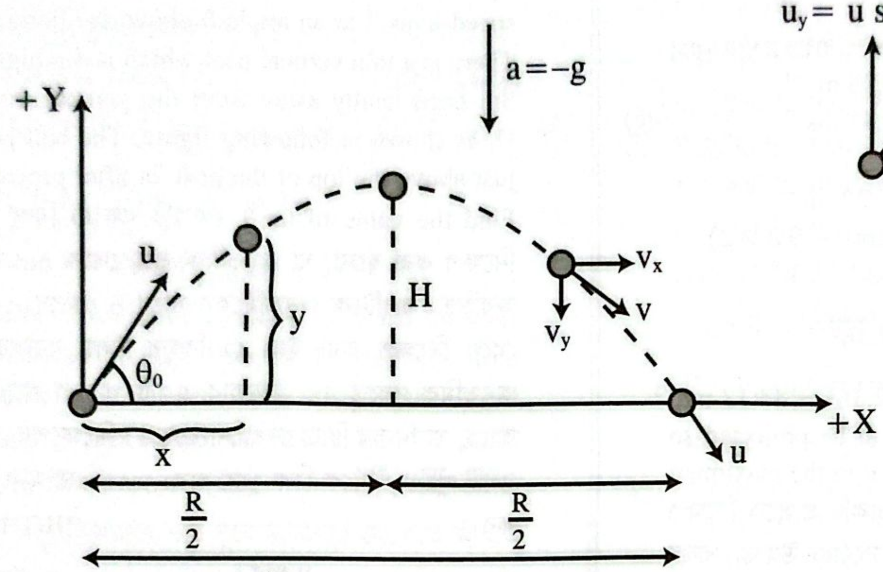
$\Rightarrow h = \sqrt{2gh}\cdot t \Rightarrow t = \frac{h}{\sqrt{2gh}}$

$\therefore x = \sqrt{2gh}\cdot\frac{h}{\sqrt{2gh}} - 4.9\times\frac{h^2}{2gh} = h - \frac{h}{4} = \frac{3h}{4}$ (Ans.)

T-04: প্রক্ষেপক/প্রাস

কনসেপ্ট রিভিউ





R= অনুভূমিক পাল্লা

প্রাস এর গতি

X অক্ষ বরাবর সমবেগ

$v_x = u_x = u\cos\theta_0$

$x = v_x t = u\cos\theta_0 t$

Y অক্ষ বরাবর সমত্বরণ (a=−g)

$v_y = u_y - gt = u\sin\theta_0 - gt$

$y = u_y t - \frac{1}{2}gt^2 = u\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

প্রাস এর গতির সমীকরণ:

$$\left.\begin{array}{l} x = u\cos\theta_0 t \\ y = u\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \end{array}\right\} y = x\tan\theta_0 - \frac{1}{2}\frac{gx^2}{u^2\cos^2\theta_0}$$

অনুভূমিক পাল্লা, $R = \frac{u^2\sin 2\theta_0}{g}$

সর্বোচ্চ অনুভূমিক পাল্লা, $R_{max} = \frac{u^2}{g}\,[\theta_0 = 45°]$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{u_y^2}{2g} = \frac{u^2\sin^2\theta_0}{2g}$

উত্থানকাল, $t_{up} = \frac{u_y}{g} = \frac{u\sin\theta_0}{g} =$ পতনকাল (t_{down})

বিচরণকাল, $T = \frac{2u_y}{g} = \frac{2u\sin\theta_0}{g}$

যেকোনো সময় বেগ, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$; অনুভূমিকের সাথে কোণ, $\theta_x = \tan^{-1}\frac{v_y}{v_x}$

MCQ Shortcut:

- $\tan\theta_0 = \frac{4H}{R}$
- $y = x\tan\theta_0\left(1 - \frac{x}{R}\right)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি ক্রিকেট বলকে অনুভূমিকের সাথে 60° কোণে 60 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করা হলে 2 s পরে উহার বেগ কত হবে? **[SUST'25-26; CKRUET'20-21; BUTEX'03-04]**

(a) 10.32 ms^{-1} (b) 50.25 ms^{-1}
(c) 44.12 ms^{-1} (d) 41.45 ms^{-1} ⓒ

Sol^n: $v_x = v_o \cos\theta$

$= 60 \times \cos 60° = 30 \text{ ms}^{-1}$

$v_y = v_o \sin\theta - gt = (60 \times \sin 60° - 9.8 \times 2)$

$= 32.36 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{30^2 + 32.36^2}$

$= \sqrt{30^2 + 32.36^2} = 44.12 \text{ ms}^{-1}$

02. At what angle a projectile is to be projected so that its horizontal range is equal to the maximum height it reaches? (কত কোণে একটি প্রাসকে নিক্ষেপ করলে এর অনুভূমিক পাল্লা এবং সর্বোচ্চ উচ্চতা সমান হবে?) **[IUT'20-21]**

(a) 75.96° (b) 77.96°
(c) 79.96° (d) 73.96° ⓐ

Sol^n: $R = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{g}, H = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{2g}$

$\therefore \frac{R}{H} = \frac{4}{\tan\theta_0} \Rightarrow 4H = R\tan\theta_0$

$\Rightarrow \theta_0 = \tan^{-1}\left(\frac{4H}{R}\right) = \tan^{-1}(4)$

$= 75.96°\ [\therefore H = R]$

03. অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 50 ms^{-1} বেগে বুলেট ছোঁড়া হলো। বুলেটটি 60m দূরে অবস্থিত দেওয়ালকে কত উচ্চতায় আঘাত করবে? $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$ **[KUET'18-19]**

(a) 13.65m (b) 25.23m
(c) 15.825m (d) 36.24cm
(e) 29.94m ⓑ

Sol^n: $y = x\tan\theta_0 - \frac{gx^2}{2u^2\cos^2\theta_0}$

$= 60\tan 30° - \frac{9.8 \times 60^2}{2 \times 50^2 \times \cos^2 30°} = 25.233\text{m}$

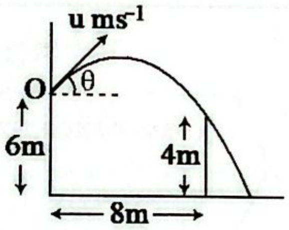
04. A soccer ball, at rest on the ground, is kicked with an initial velocity of 10 ms^{-1} at a launch angle of 30°. Calculate its total flight time, assuming that air resistance is negligible. (একটি ফুটবল, যা ভূমিতে স্থির অবস্থায় ছিল, তাকে 10 ms^{-1} আদিবেগে 30° নিক্ষেপণ কোণে কিক করা হলো। বাতাসের বাধা নগণ্য ধরে এর মোট উড্ডয়নকাল নির্ণয় কর।) **[IUT'18-19]**

(a) 0.5 s (b) 1 s (c) 1.7 s (d) 2 s ⓑ

Sol^n: $T = \frac{2u\sin\theta_0}{g} = \frac{2 \times 10 \sin 30°}{9.8}$

$= 1.02\text{s} \approx 1\text{s}$

05. A ball is thrown from a point O, which is 6m above horizontal ground. The ball proceeds with speed u ms^{-1} at an angle θ above the horizontal. There is a thin vertical post which is 4m high and 8m horizontally away from the vertical through O, as shown in following figure. The ball passes just above the top of the post 2s after projection. Find the value of tan θ. (একটি বল O বিন্দু থেকে নিক্ষেপ করা হলো, যা অনুভূমিক ভূমি থেকে 6m উপরে অবস্থিত। বলটিকে অনুভূমিকের সাথে θ কোণে u ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করা হয়। O বিন্দুর উলম্ব বরাবর 8m অনুভূমিক দূরত্বে 4m উচ্চতার একটি পাতলা খাড়া খুঁটি আছে, যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। নিক্ষেপের 2s পর বলটি খুঁটির শীর্ষকে ঠিক ছুঁয়ে যায়। tan θ এর মান নির্ণয় কর।) **[IUT'18-19]**



(a) 0.8 (b) 12.2 (c) 4.6 (d) 2.2 ⓓ

Sol^n: $y = x\tan\theta - \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow 4 - 6 = 8\tan\theta - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2$

$\Rightarrow -2 = 8\tan\theta - 4.9 \times 2^2 \Rightarrow \tan\theta = 2.2$

06. A player kicks a football from ground level with an initial velocity of 27.0 ms^{-1}, 30° above the horizontal. Find the range of ball (assume negligible air resistance). (একজন খেলোয়াড় ভূমি থেকে একটি ফুটবলকে 27.0 ms^{-1} আদিবেগে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে কিক করেন। বলটির পাল্লা নির্ণয় কর (বাতাসের বাধা নগণ্য ধর)।) **[IUT'16-17]**

(a) 63.42m (b) 62.42m
(c) 61.42m (d) 64.42m ⓓ

Sol^n: $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{27^2 \sin(2 \times 30°)}{9.8} = 64.42\text{m}$

07. In a flood hit area relief supplies are dropped in a 20kg bag from a helicopter. The helicopter is flying parallel to the ground at 200km/h and is 80m above the ground when the package is dropped. How much horizontal distance does the bag travel before it hits the ground? [Assume $g = 10\text{ms}^{-2}$]

(বন্যা কবলিত একটি এলাকায় একটি হেলিকপ্টার থেকে 20kg ভরের একটি ব্যাগে ত্রাণ সামগ্রী ফেলা হচ্ছে। যখন প্যাকেটটি ফেলা হয়, তখন হেলিকপ্টারটি 200km/h বেগে ভূমির সমান্তরালে এবং ভূমি থেকে 80m উচ্চতায় উড়ছিল। ভূমিতে আঘাত করার আগে ব্যাগটি কতটুকু অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করবে? [ধরে নাও $g = 10ms^{-2}$]) **[IUT'14-15]**

(a) $\frac{2}{9}$km (b) $\frac{32}{9}$km (c) $\frac{2}{5}$km (d) $\frac{32}{5}$km ⓐ

Sol^n: $T = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\times80}{10}} = 4s$

$\therefore s = v_0T = 200 \times \frac{4}{3600}km = \frac{2}{9}km$

08. A marbel with speed 20 cms^{-1} rolls off the edge of a table 80 cm high. How far, horizontally, from the table edge does the marble strike the floor? (20 cms^{-1} বেগে একটি মার্বেল 80 cm উঁচু একটি টেবিলের কিনারা থেকে গড়িয়ে পড়ল। টেবিলের কিনারা থেকে অনুভূমিকভাবে কত দূরে মার্বেলটি মেঝেতে আঘাত করবে?) **[IUT'14-15]**

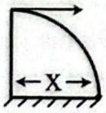
(a) 6.5cm (b) 7.0cm (c) 8.0cm (d) 8.5cm ⓒ

Sol^n: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\times0.8}{9.8}} = 0.4041\ s$

$\therefore s = vt = 20 \times 0.4041 = 8.08 \approx 8\ cm$

09. অনুভূমিকভাবে উড়ন্ত একটি উড়োজাহাজ থেকে একটি বোমা ফেলা হলো। বাতাসের বাধা উপেক্ষা করে বোমাটি যখন মাটিতে স্পর্শ করবে তখন উড়োজাহাজটি কোথায় থাকবে? **[BUTEX'14-15]**

(a) সরাসরি বোমার উপর (b) বোমা থেকে সামনে
(c) বোমার পেছনে (d) কোনটি নয় ⓐ

Sol^n: 

প্লেন এবং বোমা উভয়ের অনুভূমিক দ্রুতি একই, তাই একই অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করবে।

10. একটি বস্তুকে 50 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিক্ষেপ করা হলে সর্বাধিক উচ্চতায় উঠতে কত সময় লাগবে? **[KUET'14-15]**

(a) 1.8s (b) 3.6s (c) 7.2s
(d) 9.8s (e) 36s ⓑ

Sol^n: $t = \frac{u \sin\theta_0}{g} = \frac{50\times\sin45^\circ}{9.8} = 3.6\ s$

11. An Olympic long jumper leaves the ground at an angle of 23° and travels through the air for a horizontal distance of 8.7m before landing. The take off speed of the jumper is- [Assume $g = 9.8ms^{-2}$] (একজন অলিম্পিক লং জাম্পার 23° কোণে ভূমি থেকে লাফ দিয়ে 8.7m অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করে অবতরণ করেন। জাম্পারটির মাটি ছাড়ার বেগ হলো- [ধরে নাও $g = 9.8ms^{-2}$]) **[IUT'14-15]**

(a) 19.8ms^{-1} (b) 14.7ms^{-1}
(c) 17.3ms^{-1} (d) 10.9ms^{-1} ⓓ

Sol^n: $R = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \Rightarrow 8.7 = \frac{u^2 \sin 46^o}{9.8}$

$\Rightarrow u_0 = 10.9ms^{-1}$

12. অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে একটি বস্তুকে নিক্ষেপ করা হল। বস্তুটির অনুভূমিক দূরত্ব হবে- **[BUET'13-14]**

(a) খাড়া উচ্চতা (b) খাড়া উচ্চতার দ্বিগুণ
(c) খাড়া উচ্চতার তিনগুণ (d) খাড়া উচ্চতার চারগুণ ⓓ

Sol^n: $R = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{2u_0^2 \sin\theta_0 \cos\theta_0}{g}$;

$H = u_0^2 \sin^2 \frac{\theta_0}{2g} \frac{H}{R} = \frac{\tan\theta}{4} \Rightarrow \tan\theta = \frac{4H}{R}$

$\Rightarrow \tan 45^\circ = \frac{4H}{R} \therefore R = 4H$

13. A marksman fires a 0.22 caliber rifle horizontally at a target. The bullet has a muzzle velocity of 300 ms^{-1}. How much does the bullet drop in flight if the target is 150 m away? (একজন লক্ষ্যভেদী একটি লক্ষ্যবস্তুর দিকে অনুভূমিকভাবে একটি 0.22 ক্যালিবারের রাইফেল থেকে গুলি ছোড়েন। গুলির মুখবেগ 300 ms^{-1}। লক্ষ্যবস্তুটি 150 m দূরে থাকলে উড্ডয়নকালে গুলিটি কতটা নিচে নামবে?) **[IUT'11-12]**

(a) 13.85 m (b) 1.050 m
(c) 1.226 m (d) 1.630 m ⓒ

Sol^n: $x = ut$

$\Rightarrow t = \frac{x}{u} = \frac{150}{300}s = 0.5s$; $h = \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow h = \frac{1}{2}g(0.5)^2 = 1.225\ m$

14. একজন অ্যাথলেট 10ms^{-1} গতিতে দৌড়াচ্ছে। সে সর্বোচ্চ দূরত্ব জাম্প করতে সক্ষম হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 10m (b) 20m
(c) 15m (d) 25m ⓐ

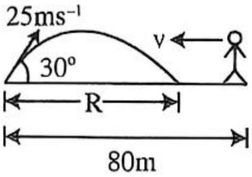
Sol^n: প্রাসের অনুভূমিক পাল্লার সূত্র ব্যবহার করতে হবে।

$R_{max} = \frac{u_0^2 \sin(2\times45^o)}{g} = \frac{10^2\times1}{9.8} = 10.2m \approx 10m.$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একজন ফুটবল খেলোয়াড় অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 25 ms^{-1} বেগে 80 m দূরে দাঁড়িয়ে থাকা প্রতিপক্ষ দলের গোলরক্ষকের দিকে কিক করেন। গোলরক্ষক সঙ্গে সঙ্গে বলটি ধরার জন্য বলের দিকে 10 ms^{-1} সমবেগে দৌড়ে যান। বলটি ভূমিতে পড়ার আগে গোলরক্ষক বলটি ধরতে পারবেন কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। [$g = 9.8ms^{-2}$] **[BUET'18-19]**

Solⁿ:



বলের পাল্লা, $R = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{25^2 \sin(2\times30^\circ)}{9.8} = 55.23\text{ m}$

বিচরণকাল, $T = \frac{2u_0 \sin\theta_0}{g} = \frac{2\times25\sin30^\circ}{9.8} = 2.551\text{ s}$

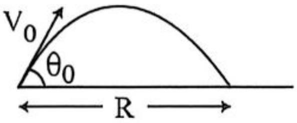
গোলরক্ষককে যেতে হবে $= (80 - 55.23) = 24.77\text{ m}$

$= vt \Rightarrow t = \frac{24.77}{v}$ [গোলরক্ষকের বেগ, $v = 10\text{ ms}^{-1}$]

সময় লাগবে $= \frac{24.77}{10} = 2.477\text{s} < T$;

অর্থাৎ গোলরক্ষক বলটি ধরতে পারবেন।

02. একটি ক্রিকেট বলের ওজন 0.65 kg। একজন ফিল্ডার বলটিকে স্বল্পতম সময়ে 100 m দূরত্বে থাকা উইকেট রক্ষকের কাছে পৌঁছাতে চাইলে, ন্যূনতম কত kmh^{-1} গতিতে বলটি ছুঁড়তে হবে? এই গতিতে ছুঁড়লে কতক্ষণ পর তা উইকেট রক্ষকের কাছে গিয়ে পৌঁছাবে? **[BUET'17-18]**



Solⁿ:

দেওয়া আছে, R = 100 m; আমরা জানি, $R = \frac{u_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$

$\Rightarrow u_0^2 = Rg\,\text{cosec}\,2\theta_0$

$\Rightarrow u_0 = \sqrt{Rg\,\text{cosec}2\theta_0}$ ……… (i)

এখন (i) নং সমীকরণ থেকে; $(u_0)_{\min} = \sqrt{Rg}$

যখন, $\text{cosec}\,2\theta_0 = 1 \Rightarrow \sin 2\theta_0 = 1$

$\Rightarrow 2\theta_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta_0 = \frac{\pi}{4}$

সুতরাং ন্যূনতম বেগ, $(v_0)_{\min} = \sqrt{100\times9.8}$

$= 14\sqrt{5}\text{ ms}^{-1} = 14\sqrt{5}\times\frac{3600}{1000}\text{kmh}^{-1}$

$= 112.7\text{ kmh}^{-1}$ **(Ans.)**

প্রয়োজনীয় সময়, $T = \frac{2u_0\sin\theta_0}{g}$

$= \frac{2\times14\sqrt{5}\times\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)}{9.8} = 4.52\text{ s}$ **(Ans.)**

03. ভূমি থেকে উল্লম্ব দিকে নিক্ষিপ্ত একটি বস্তু 4 সেকেন্ড পরে নিক্ষেপণ বিন্দু হতে 58.8 মিটার দূরে পুনরায় ভূমিতে ফিরে আসে। নিক্ষেপণ বেগের মান এবং বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতা নির্ণয় কর। **[BUET'13-14]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, T = 4 s, R = 58.8 m, H = ? u_0 = ?

অতএব, $2R\tan\theta_0 = gT^2$

$\therefore 2\times58.8\times\tan\theta_0 = 9.8\times4^2$

$\therefore \theta_0 = 53.1301^\circ,\ 58.8 = \frac{u_0^2}{g}\sin 2\theta_0$

$\therefore u_0 = 24.5\text{ms}^{-1}\ \therefore H = \frac{u_0^2\sin^2\theta_0}{2g} \Rightarrow H = 19.6\text{ m}$

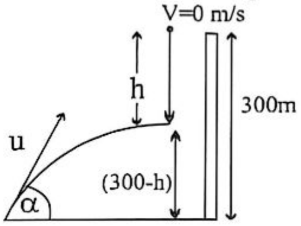
04. ভূমি থেকে 300 m উচ্চতা হতে একটি পড়ন্ত বস্তুকে আঘাত করার জন্য 500 m দূরে ভূমিতে অবস্থিত একটি বন্দুক থেকে গুলি ছোড়া হল। যদি বন্দুক হতে গুলি বের হবার মুহূর্তে বস্তুটি স্থিরাবস্থা থেকে নীচে পতিত হওয়া শুরু করে তবে গুলিটি অনুভূমিকের সাথে কত কোণে নিক্ষেপ করতে হবে? **[BUET'12-13]**

Solⁿ: ধরি, t সময় পর বস্তুদ্বয় মিলিত হয়

$\therefore u\cos\theta_0 t = 500$ ……. (i) এবং $h = \frac{1}{2}gt^2$

$\therefore 300 - h = u\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow 300 = u\sin\theta_0 t$ ……… (ii) $[\because \frac{1}{2}gt^2 = h]$



$(ii) \div (i) \Rightarrow \frac{u\sin\theta_0 t}{u\cos\theta_0 t} = \frac{300}{500}$

$\Rightarrow \tan\theta_0 = \frac{3}{5} \Rightarrow \theta_0 = \tan^{-1}\frac{3}{5} = 30.96^\circ$ **(Ans.)**

05. একটি ক্রিকেট বলকে 25 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিক্ষেপ করা হল। **[BUTEX'06-07]**

(a) বলটির বিচরণ কাল কত?

(b) বলটি সর্বোচ্চ কত উপরে উঠবে এবং

(c) বলটির অনুভূমিক পাল্লা কত হবে?

Solⁿ: (a) $T = \frac{2u\sin\theta_0}{g} = \frac{2\times25\times\sin45^\circ}{9.8} = 3.61\text{sec}$

(b) $H = \frac{(u\sin\theta_0)^2}{2g} = \frac{(25\times\sin45^\circ)^2}{2\times9.8} = 15.94\text{m}$ **(Ans.)**

(c) $R = \frac{u^2\sin2\theta_0}{g} = \frac{25^2\sin(2\times45^\circ)}{9.8} = 63.77\text{m}$ **(Ans.)**

06. একটি ফুটবলকে ভূমির সাথে 30° কোণে 30ms^{-1} বেগে কিক করা হল। 1 sec পরে বলটির বেগ কত হবে? **[BUTEX'03-04]**

Solⁿ: $v\cos\theta = 30\cos30^\circ = 25.98\text{ ms}^{-1}$,

$v\sin\theta = 30\sin30^\circ - gt = 5.2\text{ms}^{-1}$

$\therefore v = \sqrt{25.98^2 + 5.2^2} = 26.5\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

$\theta = \tan^{-1}\frac{5.2}{25.98} = 11.32^\circ$ **(Ans.)**

07. 78.4m উঁচু একটি চূড়া থেকে একটি পাথরকে আনুভূমিক বরাবর ছোড়া হল। পাথরটি চূড়ার পাদদেশ থেকে 60m দূরে ভূমিতে গিয়ে পড়ল। পাথরটি কত সময় পর ভূমিতে এসে পড়ল? কি দ্রুতিতে পাথরটি ছোঁড়া হয়েছিল? [অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$] **[BUET'02-03]**

Solⁿ: ধরি, পাথরটির ভূমিতে আসতে t সময় লেগেছিল,

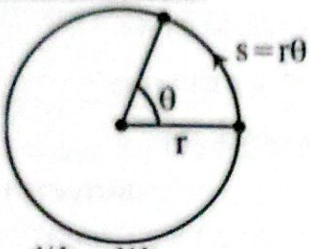
$\frac{1}{2}gt^2 = 78.4 \Rightarrow t^2 = \frac{78.4\times2}{9.8}\ \therefore t = 4\text{ sec}$

নিক্ষেপণ v বেগ হলে, vt = 60

$\Rightarrow v = \frac{60}{4} = 15\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

T-05: বৃত্তাকার গতি

কনসেপ্ট রিভিউ



$$s \underset{\int}{\overset{d/dt}{\rightleftarrows}} v \underset{\int}{\overset{d/dt}{\rightleftarrows}} a$$

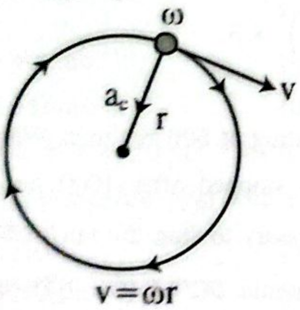
$$\theta \underset{\int}{\overset{d/dt}{\rightleftarrows}} \omega \underset{\int}{\overset{d/dt}{\rightleftarrows}} \alpha$$

$\omega = \frac{d\theta}{dt}$ $\quad \theta = \int \omega dt$

$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ $\quad \omega = \int \alpha dt$

রৈখিক গতি	বৃত্তাকার/কৌণিক গতি	উভয় গতির সম্পর্ক
রৈখিক সরণ (s)	কৌণিক সরণ (θ)	$s = r\theta$
রৈখিক বেগ (v)	কৌণিক বেগ (ω)	$v = \omega r$
রৈখিক ত্বরণ (a)	কৌণিক ত্বরণ (α)	$a = \alpha r$
আদিবেগ (u)	আদি কৌণিক বেগ (ω_0)	
$v = u + at$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$	
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$	
$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$	$\theta = \left(\frac{\omega_0+\omega}{2}\right)t$	
$v^2 = u^2 + 2as$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$	
$s_{t\text{th}} = u + \frac{1}{2}a(2t-1)$	$\theta_{t\text{th}} = \omega_0 + \frac{1}{2}\alpha(2t-1)$	

➲ কেন্দ্রমুখী ত্বরণ:

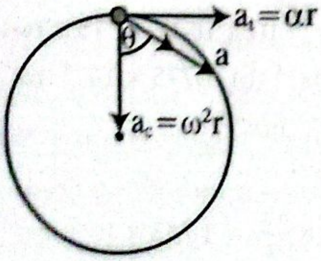


r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v সুষম দ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান বস্তুর উপর কেন্দ্রের দিকে কার্যকর কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

বৃত্তাকার গতির সমীকরণ:

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{2\pi N}{t}$ [t সময়ে N টি পূর্ণ ঘূর্ণন]

স্কেলার রূপ	ভেক্টর রূপ
$v = \omega r$	$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$
$a = \alpha r$	$\vec{a} = \vec{\alpha} \times \vec{r}$
$a_c = \frac{v^2}{r}$	$\vec{a}_c = \frac{-v^2}{r^2}\vec{r}$
$a_c = \omega^2 r$	$\vec{a}_c = -\omega^2\vec{r}$
$a_c = \omega v$	$\vec{a}_c = \vec{\omega} \times \vec{v}$



লব্ধি ত্বরণ, $a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$

a_c এর সাথে কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_t}{a_c}\right)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুড

01. একটি বৈদ্যুতিক পাখা মিনিটে 1200 বার ঘুরে। সুইচ বন্ধ করার 3 মিনিট পর পাখাটি বন্ধ হয়ে যায়। সুইচ বন্ধ করার পর পাখাটির কৌণিক মন্দন কত $rads^{-2}$? [SUST'25-26; IUT'16-17, 14-15; BUTEX'04-05]

(a) 0.69 (b) 0.25 (c) 0.50 (d) 0.45 ⓐ

Sol^n^: $\omega_0 = 1200$ rpm

$= 1200 \times \frac{2\pi}{60} = 40\pi\ rads^{-1}$

$\therefore \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{0-40\pi}{3\times60} = -0.69\ rads^{-2}$

∴ কৌণিক মন্দন $= 0.69\ rads^{-2}$

02. A washing machine, staring from rest, accelerates within 3.14s to a point where it is revolving at a frequency of 2.00 Hz. Its angular acceleration is mostly near to- (একটি ওয়াশিং মেশিন স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে 3.14s সময়ে এমন একটি অবস্থায় পৌঁছায় যেখানে এটি 2.00 Hz কম্পাঙ্কে ঘুরতে থাকে। এর কৌণিক ত্বরণ নিচের কোনটির সবচেয়ে কাছাকাছি-) [IUT'18-19]

(a) $0.100\ rads^{-2}$ (b) $0.637\ rads^{-2}$

(c) $2.00\ rads^{-2}$ (d) $4.00\ rads^{-2}$ ⓓ

Sol^n^: $\omega_f = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 2$

$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t} = \frac{4\times3.14-0}{3.14} = 4\ rads^{-2}$

03. সার্কাস খেলায় একটি বাইক 1200m/মিনিট বেগে একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ 200m হলে বাইকটির কৌণিক বেগ কত ছিল? [KUET'17-18]

(a) $0.01\ rads^{-1}$ (b) $0.001\ rads^{-1}$

(c) $1.00\ rads^{-1}$ (d) $0.002\ rads^{-1}$

(e) $0.1 rads^{-1}$ ⓔ

Sol^n^: $\omega = \frac{v}{r} = \frac{\frac{1200}{60}}{200} = 0.1 rads^{-1}$

04. A 615 kg racing car completes one lap in 14.3s around a circular track with a radius of 50.0m. The car moves at constant speed. What is the centripetal acceleration of the car? (615 kg ভরের একটি রেসিং কার 50.0m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে 14.3s সময়ে একটি পূর্ণ পাক সম্পন্ন করে। গাড়িটি সমদ্রুতিতে চলে। গাড়িটির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কত?) [IUT'14-15]

(a) $9.65ms^{-2}$ (b) $9.80ms^{-2}$

(c) $10.25ms^{-2}$ (d) $9.25ms^{-2}$ ⓐ

Sol^n^: $a_c = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{14.3}\right)^2 \times 50 = 9.65ms^{-2}$

05. একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কম্পাঙ্ক হবে- [BUET'13-14]

(a) $1.0\ revs^{-1}$ (b) $0.5\ revs^{-1}$

(c) $0.017\ revs^{-1}$ (d) $60.0\ revs^{-1}$ ⓒ

Sol^n^: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{60} revs^{-1} = 0.017\ revs^{-1}$

06. একটি ঘড়ির ঘণ্টার কাঁটার কৌণিক বেগ- [BUTex'13-14]

(a) $2 \times 10^3\ rads^{-1}$ (b) $2.2 \times 10^{-3} rads^{-1}$

(c) $1.45 \times 10^{-4}\ rads^{-1}$ (d) $1.6 \times 10^4\ rads^{-1}$ ⓒ

Sol^n^: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12\times3600}$

$= 1.45 \times 10^{-4}\ rads^{-1}$

07. In a carnival ride the passengers travel in a circle of radius 5.0 m making one complete circle in 4 s. What is the acceleration of the ride? [IUT'11-12]

(a) $22.34\ ms^{-2}$ (b) $14.34\ ms^{-2}$

(c) $12.34\ ms^{-2}$ (d) $46.20\ ms^{-2}$ ⓒ

Sol^n^: $a = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{4}\right)^2 \times 5$

$= 12.34\ ms^{-2}$

08. An electric fan is rotating at 600 rev/min. When switched off, the fan stopped after 1000 turns. What is the time necessary to stop the fan?(একটি বৈদ্যুতিক পাখা 600 rev/min বেগে ঘুরছে। সুইচ বন্ধ করার পর পাখাটি 1000 বার ঘুরে থেমে গেল। পাখাটি থামতে কত সময় প্রয়োজন?) [IUT'08-09]

(a) 100s (b) 150s (c) 200s (d) 140s ⓒ

Sol^n^: $\theta = \left(\frac{\omega_0 + \omega_f}{2}\right) t$

$\Rightarrow t = \frac{2\theta}{\omega_0} = \frac{2\times2\pi\times1000}{\frac{2\pi\times600}{60}} = 200s$

09. If the length of the minute arm of a wrist watch is 2 cm, what will be linear speed at the mid-point of the arm? (একটি হাতঘড়ির মিনিটের কাঁটার দৈর্ঘ্য 2 cm হলে কাঁটাটির মধ্যবিন্দুতে রৈখিক বেগ কত হবে?) [IUT'10-11; BUTEX'16-17]

(a) $1.745 \times 10^{-5}\ ms^{-1}$ (b) $1.775 \times 10^{-4}\ ms^{-1}$

(c) $1.745 \times 5 \times 10^{-3}\ ms^{-1}$

(d) $1.74 \times 10^{-1}\ ms^{-1}$

Sol^n^: $v = \omega r = \frac{2\pi}{3600} \times \frac{0.02}{2} = 1.745 \times 10^{-5}\ ms^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি বৈদ্যুতিক পাখা মিনিটে 1500 বার ঘুরে। সুইচ বন্ধ করার 4 মিনিট পর পাখাটি বন্ধ হয়ে যায়। পাখাটির কৌণিক ত্বরণ কত? থেমে যাবার আগে পাখাটি কতবার ঘুরবে, তা নির্ণয় কর। [KUET'19-20]

Sol^n: $\omega_0 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 1500}{60} = 50\pi$ rad;

$\omega = 0\,\text{rads}^{-1}, t = 4\text{min} = 240\text{s}$

$\therefore \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{0 - 50\pi}{240} = -\frac{5\pi}{24}\,\text{rads}^{-2}$

আবার, $N = \frac{\theta}{2\pi} \Rightarrow N = \frac{1}{2\pi} \times \left(\frac{\omega_0 + \omega}{2}\right) \times t$

$= \frac{1}{2\pi} \times \frac{50\pi + 0}{2} \times 240 = 3000$ rev

∴ থেমে যাবার আগে 3000 বার ঘুরবে **(Ans.)**

02. একটি দেয়াল ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার দৈর্ঘ্য 0.10m হলে এর কৌণিক বেগ এবং প্রান্তের রৈখিক বেগ নির্ণয় কর। [BUET'04-05]

Sol^n: কৌণিক বেগ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{60} = 0.105\,\text{rads}^{-1}$;

$v = \omega r = 0.105 \times 0.1 = 0.0105\,\text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. এক ব্যক্তি গড়ে 24 kmhr^{-1} বেগে গন্তব্যস্থানের অর্ধেক পথ অতিক্রম করে। বাকি পথ কত বেগে চললে ওই ব্যক্তি সম্পূর্ণ পথ 32 kmhr^{-1} গড় গতিবেগে অতিক্রম করবে? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 40kmh^{-1} (b) 48 kmh^{-1}
(c) 44kmh^{-1} (d) 36 kmh^{-1}

02. একটি প্রাসকে 10 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করা হলো। প্রাসটির সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 10 m (b) 10.2 m
(c) 10.4 m (d) 10.6 m

03. কত কোণে নিক্ষেপ করলে একটি প্রাসের অনুভূমিক পাল্লা তার সর্বাধিক উচ্চতার সমান হবে?

(a) 45° (b) 66°
(c) 76° (d) 68°

04. 2টি বন্দুক A ও B যথাক্রমে 1 kms^{-1} ও 2 kms^{-1} বেগে গুলি ছুঁড়তে পারে। ভূমিতে অবস্থিত কোনো বিন্দু থেকে এদের দ্বারা সম্ভাব্য সবদিকে গুলি ছোঁড়া হল। ভূমিতে এদের দ্বারা সৃষ্ট গুলি দিয়ে সর্বোচ্চ যে ক্ষেত্রফল অধিকৃত করা যায় তার অনুপাত নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]

(a) 1:2 (b) 1:4
(b) 1:8 (d) 1:16

05. একটি বাঘ 8 m মিটার সম্মুখে একটি হরিণকে দেখতে পেয়ে স্থিরাবস্থা হতে 1 ms^{-1} ত্বরণে তার পেছনে দৌড়াতে থাকে। হরিণটি টের পেয়ে 3 ms^{-1} সমবেগে চলতে থাকলে কতক্ষণ পরে বাঘটি হরিণটিকে ধরতে পারবে?

(a) 8 s (b) 6 s (b) 4 s (d) 2 s

06. একটি দালানের ছাদ থেকে একটি পাথর অনুভূমিকভাবে 20 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করা হলো। 3s পরে পাথরটির বেগ কত হবে? ($g = 9.8$ ms^{-1})

(a) 26.56 ms^{-1} (b) 35.56 ms^{-1}
(b) 21.72 ms^{-1} (d) 18.63 ms^{-1}

07. একটি বস্তুকে h উচ্চতাবিশিষ্ট একটি মিনারের ওপর থেকে ফেলা হলো। একই সময়ে অন্য একটি বস্তুকে একই উল্লম্ব রেখা বরাবর নিচ থেকে এমন একটি বেগে ওপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো যেন বস্তুটি ঠিক মিনারের শীর্ষে পৌঁছাতে পারে। ভূমি থেকে কত উচ্চতায় বস্তু দুটির মধ্যে সংঘাত হবে?

(a) $\frac{h}{2}$ (b) $\frac{2h}{3}$ (b) $\frac{3h}{5}$ (d) $\frac{3h}{4}$

08. 100 ms^{-1} বেগে চলন্ত একটি বুলেট 1m পুরু বালুর স্তূপ ভেদ করে 40 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে যায়। বুলেটটি সম্পূর্ণ থামাতে কত মিটার পুরু বালুর স্তূপ দরকার?

(a) 2.31 m (b) 1.93 m (b) 1.19 m (d) 3.42 m

09. 1.5 m উঁচু একজন অ্যাথলেট একটি লোহার গোলক 10 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 40° কোণে নিক্ষেপ করলেন। গোলকটি তার থেকে কতদূর যেয়ে পড়বে?

(a) 7.32 m (b) 3.61 m (b) 11.6 m (d) 8.62 m

10. অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে ভূপৃষ্ঠ থেকে 50 ms^{-1} বেগে একটি বুলেট ছোঁড়া হলো। বুলেটটি 50 m দূরে অবস্থিত একটি দেয়ালকে কত উচ্চতায় আঘাত করবে?

(a) 33.33m (b) 22.33 m (b) 48.92 m (d) 25.62 m

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. b	03. c	04. d	05. a
06. b	07. d	08. b	09. b	10. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি গতিশীল কণার অতিক্রান্ত দূরত্ব, কণাটির তাৎক্ষণিক বেগ ও সময়ের গুণফলের অর্ধেক। দেখাও যে, কণাটির ত্বরণ ধ্রুবক। [ইস্হাক স্যার]

02. মেইল ট্রেন এবং একটি মালবাহী ট্রেন একই ট্রেন লাইনের ওপর দিয়ে একই দিকে যথাক্রমে $35\ \text{ms}^{-1}$ এবং $15\ \text{ms}^{-1}$ গতিবেগে চলছে। মেইল ট্রেনের চালক ঠিক 200 m দূর মালবাহী ট্রেনটিকে দেখে ব্রেক প্রয়োগ করে $0.70\ \text{ms}^{-2}$ মন্দন সৃষ্টি করল। সঙ্গে সঙ্গে মালগাড়ি চালকও $0.60\ \text{ms}^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করল। ট্রেন দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: সংঘর্ষ হবে না]

03. মেঝেতে অবস্থিত একটি ফোয়ারা থেকে পানি চারদিকে ছড়িয়ে পড়ছে। যদি ফোয়ারার মুখ থেকে পানি v বেগে নির্গত হয় তবে ফোয়ারার চারপাশে ভূমির সর্বোচ্চ কতটা ক্ষেত্রফল পানিতে ভিজবে? [ইস্হাক স্যার] [Ans: $\frac{\pi v_0^4}{g^2}$]

04. স্থিরাবস্থার একটি বেলুন থেকে একটি পাথর খন্ড ফেলা হলো। গতির শেষ $\frac{1}{7}$ s-এ এটি 13.9 m অতিক্রম করে মাটিতে পড়ল। বেলুনের উচ্চতা এবং ভূমি স্পর্শ করার সময় পাথরটির গতিবেগ নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: 490 m, $98\ \text{ms}^{-1}$]

05. দুটি মোটর গাড়ি $4\ \text{ms}^{-1}$ এবং $5\ \text{ms}^{-1}$ বেগে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে এবং একই সময়ে গন্তব্যে পৌঁছায়। গাড়ি দুটির ত্বরণ যথাক্রমে $5\ \text{ms}^{-2}$ এবং $4\ \text{ms}^{-2}$ হলে তাদের গন্তব্যে পৌঁছাতে কত সময় লেগেছিল এবং গন্তব্যের দূরত্ব কত ছিল? [ইস্হাক স্যার] [Ans: 18 m]

06. একটি যুদ্ধ বিমান 3 km উচ্চতায় $200\ \text{ms}^{-1}$ বেগে উড়ে যাচ্ছে। একজন সৈনিক ভূমি থেকে বিমানটিকে গুলি করার জন্য তাক করছেন। যখন বিমানটি সৈনিকের ঠিক মাথার ওপর তখন তিনি $500\ \text{ms}^{-1}$ বেগে গুলি ছুড়লেন। নিক্ষেপণ কোণ কত হলে গুলি বিমানটিকে আঘাত করবে? [ইস্হাক স্যার] [Ans: 66.422°]

07. একটি মিনারের শীর্ষদেশ থেকে একটি বন্দুকের গুলি অনুভূমিকভাবে $980\ \text{ms}^{-1}$ বেগে ছোড়া হলো এবং এটি 2s পরে ভূমি স্পর্শ করল। মিনারের উচ্চতা এবং মিনারের পাদদেশ হতে যে স্থানে গুলি ভূমি স্পর্শ করল তার দূরত্ব বের কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: 1960 m]

08. একটি পাথরকে কুয়ার মধ্যে ফেলা হলো এবং পাথরটি পানিতে পড়ার শব্দ পাথরটি ফেলার 3.056 *sec* পরে শোনা গেল। যদি অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ \text{ms}^{-2}$ হয়, তবে কুয়ার গভীরতা কত? (ধর, বাতাসে শব্দের বেগ = $350\ \text{ms}^{-1}$) [ইস্হাক স্যার] [Ans: 42.22 m]

09. সুইচ অন করার পর একটা বৈদ্যুতিক পাখা 5 বার ঘোরার 300 rpm বেগ অর্জন করে। (i) পাখার কৌণিক ত্বরণ (ii) কত সময় পরে পাখাটি 300 rpm বেগে অর্জন করে কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: $5\pi\ \text{rads}^{-2}$, 2

10. একটি গাড়ি 500 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথে কোন এক মুহূর্তে গাড়ির গতিবেগ $30\ \text{ms}^{-1}$। গাড়িটির $2\ \text{ms}^{-2}$ হারে বৃদ্ধি পেলে ওই মুহূর্তে গাড়ির ত্বরণ কত? [ইস্হাক স্যার] [Ans: 2.691 ms

11. একটি বস্তুকণা x-অক্ষ বরাবর গতিশীল। মূলবিন্দু কণাটির সরণ $x = 24t - 4t^2$ সমীকরণ মেনে চলে, x যথাক্রমে মিটার ও সেকেন্ড এককে প্রকাশিত। (*i*) $t =$ সেকেন্ড থেকে $t = 2$ সেকেন্ডের মধ্যে কণাটির গড় নির্ণয় কর। (ii) $t = 2$ সেকেন্ডের মুহূর্তে কণাটির গতিবেগ নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: $12\ \text{ms}^{-1}$, 8 ms

12. বিশেষ সমস্যাবলি: ২: একটি প্রাসের আদিবেগ বা বেগ $(\text{i} + 2\hat{\text{j}})\text{ms}^{-1}$, যদি $\text{g} = 10\ \text{ms}^{-2}$ হয়, তাহলে গতিপথের সমীকরণ নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] [Ans: $\text{y} = 2\text{x} - 5$

13. 10 m উচ্চতার পাহাড়ের শীর্ষ অবস্থিত দুইটি বন্দুক একই $5\sqrt{3}\ \text{ms}^{-1}$ বেগে কিছু সময়ের ব্যবধানে গুলি হল। একটি বন্দুক দ্বারা আনুভূমিকভাবে এবং অপর বন্দুক আনুভূমিকের সাথে 60° কোণে উপরে গুলি ছোঁড়া হল। ২টি P বিন্দুতে বায়ুতে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। $\text{g} = 10\ \text{ms}^{-2}$
(i) বন্দুক ২টি থেকে গুলি ছোঁড়ার সময় ব্যবধান নির্ণয়
(ii) P বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] [Ans: 0.6 s, ($3\sqrt{2}$m, 8.2

14. একটি কণা $\text{a} = (6 - 1.2\text{t})\text{ms}^{-2}$ ত্বরণে X-অক্ষ চলছে। সময় গণনার শুরুতে গাড়ির বেগ $2.7\ \text{ms}^{-1}$। সর্বোচ্চ গতিবেগ কত হবে?[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 17.7 ms

15. একটি কামানের গোলার সর্বোচ্চ অনুভূমিক পাল্লা 6.5 গোলার নিক্ষেপণ বেগ, সর্বোচ্চ উচ্চতা ও বিচরণকাল করো। [প্রামাণিক স্যার] [Ans: 36.42

16. একটি পাখা প্রতি মিনিটে 150 বার ঘোরে। এর কৌণিক বেগ নির্ণয় করো। পাখার কেন্দ্র হতে 0.6 m কোনো বিন্দুর রৈখিক বেগ কত হবে? [প্রামাণিক স্যার] [Ans: 9.425 ms

17. একটি পাথর কোনো কুয়ার মধ্যে ছেড়ে দিলে সে পাথর তলায় $100\ \text{ms}^{-1}$ বেগে গিয়ে পড়ে। পাথর পড়ার শব্দ ফেলার 15 s পরে শোনা গেলো। শব্দের বেগ বের করো। [তপন স্যার] [Ans: 106.3

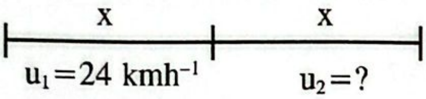
18. একটি লিফট 4.8 ms^{-2} ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মেঝের 2m উঁচু থেকে একটি বল ছেড়ে দিলে বলটি লিফটের মেঝেতে এসে আঘাত করতে কত সময় লাগবে? কত বেগে বলটি মেঝেতে আঘাত করবে? [তপন স্যার] [Ans: 4.472 ms^{-1}]

19. একটি কণা A, $y = 30$ m রেখা বরাবর ধনাত্মক x-অক্ষের সমান্তরালে 3ms^{-1} ধ্রুব বেগে চলছে। কণা A যখন y-অক্ষ অতিক্রম করে, ঠিক সেই মুহূর্তে অপর একটি কণা B মূলবিন্দু থেকে স্থির অবস্থান হতে 0.4 ms^{-2} ধ্রুব ত্বরণে যাত্রা শুরু করে। কণা B-এর গতিপথ ধনাত্মক y-অক্ষের সাথে কত কোণ তৈরি করলে কণা দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01][Ans: 60°]**

20. একটি অগ্নিনির্বাপক দল একটি জলকামান ব্যবহার করছে যা অনুভূমিকের সাথে 53.0° কোণে 25.0 ms^{-1} বেগে পানি নিক্ষেপ করে। অগ্নিনির্বাপকরা ভূমি থেকে 10.0 m উচ্চতায় থাকা একটি অগ্নিকুণ্ডে পানি দিতে চায়। দালান থেকে কত দূরে তাদের কামানটি স্থাপন করা উচিত? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04][Ans: 8.80 m, 52.5 m]**

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

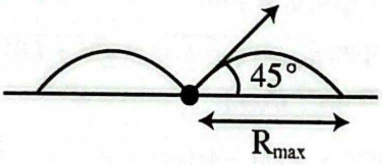
MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান



01. **Solⁿ: (b);**
$v = \frac{2x}{t} = \frac{2x}{\frac{x}{24}+\frac{x}{u_2}} = 32 \Rightarrow \frac{2}{\frac{1}{24}+\frac{1}{u_2}} = 32$
$\therefore u_2 = 48\ kmh^{-1}$

02. **Solⁿ: (b);** $R_{max} = \frac{u^2}{g} = \frac{10^2}{9.8} = 10.2$ m

03. **Solⁿ: (c);** $\tan\theta = \frac{4H}{R}$
$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(4) = 75.96° \approx 76°$



04. **Solⁿ: (d);**
$A_{max} = \pi R_{max}^2$ $\quad | R_{max} = \frac{u^2\sin(2\times45°)}{g} = \frac{u^2}{g}$
$\Rightarrow A_{max} = \pi \times \left(\frac{u^2}{g}\right)^2 = \frac{\pi u^4}{g^2}$
$\therefore \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{u_1}{u_2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$

05. **Solⁿ: (a);** $s_1 = s_2 + d \Rightarrow \frac{1}{2}at^2 = 3t + 8$
$\Rightarrow 0.5t^2 - 3t - 8 = 0$
$\therefore t = 8\ s$

06. **Solⁿ: (b);** 3 s পর উল্লম্ব বেগ,
$v_y = u_y + gt = (0 + 9.8 \times 3) = 29.4\ ms^{-1}$
অনুভূমিক বেগ, $v_x = u_x = 20\ ms^{-1}$
∴ বেগ, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{20^2 + 29.4^2} = 35.56\ ms^{-1}$

07. **Solⁿ: (d);** $h - h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \Rightarrow h = h_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$
নিক্ষেপণ বেগ, $u = \sqrt{2gh}$
$h_1 = ut_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 \Rightarrow h_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 = ut_1$
$\Rightarrow h = \sqrt{2gh}\,t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{h}{\sqrt{2gh}}$
$\therefore h_1 = h - \frac{1}{2}gt_1^2 = h - \frac{1}{2}g \cdot \frac{h^2}{2gh} = h - \frac{h}{4} = \frac{3h}{4}$ **(Ans.)**

08. **Solⁿ: (b);** $v^2 = u^2 + 2as$
$\therefore a = \frac{v^2-u^2}{2s} = \frac{40^2-100^2}{2\times1} = -4200\ ms^{-1}$
∴ থামাতে চাইলে,
$s' = \frac{v'-u^2}{2a} = \frac{0^2-100^2}{2\times(-4200)} = 1.19$ m **(Ans.)**

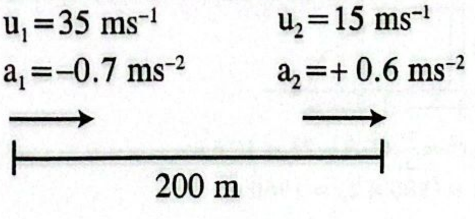
09. **Solⁿ: (b);** $H = \frac{u^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{10^2\times\sin^2 40°}{2\times9.8} = 2.11$ m
∴ সর্বোচ্চ উচ্চতা,
$H_{max} = H + h = (2.11 + 1.5)m = 3.61$ m **(Ans.)**
আবার, $h = -u\sin\alpha\,t + \frac{1}{2}gt^2$
$\Rightarrow 1.5 = -10 \times \sin 40°\,t + 4.9\,t^2$
$\therefore t = 1.514\ s$
$\therefore x = u\cos\alpha\,t = (10 \times \cos 40° \times 1.514)$
$= 11.6$ m **(Ans.)**

10. **Solⁿ: (b);** $y = x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2u^2\cos^2\alpha}$
$\Rightarrow y = 50 \times \tan 30° - \frac{9.8\times50^2}{2\times50^2\times\cos^2 30°}$
$\therefore y = 22.3342$ m **(Ans.)**

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** দেওয়া আছে, $s = \frac{1}{2}vt$
$\Rightarrow s = \frac{1}{2}\frac{ds}{dt}\cdot t$
$\Rightarrow \int\frac{ds}{s} = 2\int\frac{dt}{t}$
$\Rightarrow \ln s = 2\ln t + \ln c$
$\Rightarrow s = ct^2$ [c একটি ধ্রুবক]
$\Rightarrow v = \frac{ds}{dt} = 2ct$
$\Rightarrow a = \frac{dv}{dt} = 2c$, যা একটি ধ্রুবক।
[showed]

02. **Solⁿ:** ধরি, t সময় পর সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।



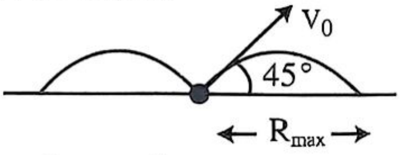
প্রশ্নমতে, $s_1 = s_2 + 200$

$\Rightarrow 35t - 0.35t^2 = 15t + 0.3t^2 + 200$

$\Rightarrow 20t - 0.65t^2 - 200 = 0$

$\therefore$ t এর কোনো বাস্তব মান নাই।

$\therefore$ সংঘর্ষ হবে না। **(Ans.)**



03. **Solⁿ:**

$R_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{v_0^2}{g}$

$\therefore$ সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফল,

$A = \pi R_{max}^2 = \pi \times \left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2 = \frac{\pi v_0^4}{g^2}$ **(Ans.)**

04. **Solⁿ:** এখানে, $h = \frac{1}{2}gt^2$

$h' = \frac{1}{2}g\left(t - \frac{1}{7}\right)^2$

$\therefore h - h' = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g\left(t - \frac{1}{7}\right)^2$

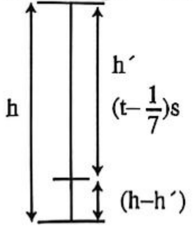
$\Rightarrow 13.9 = 4.9t^2 - 4.9 \times \left(t - \frac{1}{7}\right)^2$

$\Rightarrow 13.9 = 1.4t - 0.1$

$\Rightarrow t = 10$ sec

$\therefore h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 = 490$ m **(Ans.)**

$v = u + gt = 0 + 9.8 \times 10 = 98$ ms^{-1} **(Ans.)**



05. **Solⁿ:** $s_1 = s_2$

$\Rightarrow u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2 = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

$\Rightarrow 4t + \frac{5}{2}t^2 = 5t + 2t^2$

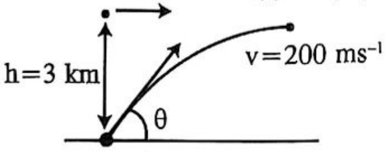
$\Rightarrow 4 + 2.5t = 5 + 2t$

$\Rightarrow 0.5t = 1$

$t = 2s$ **(Ans.)**

দূরত্ব, $s = 4 \times 2 + 2.5 \times 2^2 = 18$ m **(Ans.)**

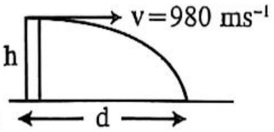
06. **Solⁿ:** বিমানের ও গুলির অনুভূমিক দূরত্ব সমান।



$\therefore vt = u\cos\theta \times t$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(\frac{v}{u}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{200}{500}\right)$

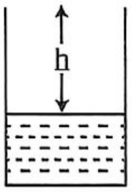
$\therefore \theta = 66.422°$ **(Ans.)**



07. **Solⁿ:**

$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 19.6$ m

$d = vt = (980 \times 2) = 1960$ m



08. **Solⁿ:**

$t = t_1 + t_2$

$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{h}{v} \Rightarrow 3.056 = \sqrt{\frac{2h}{9.8}} + \frac{h}{350}$

$\Rightarrow \left(3.056 - \frac{h}{350}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{2h}{9.8}}\right)^2$

$\Rightarrow (3.056)^2 - 2 \times 3.056 \times \frac{h}{350} + \frac{h^2}{(350)^2} = \frac{2h}{9.8}$

$\therefore h = 42.22$ m **(Ans.)**

09. **Solⁿ:** Here, $\omega_0 = 0$ rads^{-1}

$\omega = 300$ rpm $= 10\,\pi$ rads^{-1}

$\theta = 10\,\pi$ rad

$t = ?$

$\alpha = ?$

(i) $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$

$\therefore \alpha = \frac{\omega^2}{2\theta} = \frac{(10\,\pi)^2}{2 \times 10\,\pi} = 5\pi$ rads^{-2}

(ii) $t = \frac{\omega - \omega_0}{\alpha} = \frac{10\,\pi}{5\,\pi} = 2$ s

10. **Solⁿ:** কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{30^2}{500} = 1.8$ ms^{-2}

স্পর্শকীয় ত্বরণ, $a_t = 2$ ms^{-2}

$\therefore$ লব্ধি ত্বরণ, $a_{net} = \sqrt{a_t^2 + a_c^2} = \sqrt{2^2 + 1.8^2}$

$= 2.691$ ms^{-2} **(Ans.)**

11. **Solⁿ:** সরণ, $x = 24t - 4t^2$

(i) $t = 1s$ এ, $x_1 = 24 \times 1 - 4 \times 1^2 = 20$ m

$t = 2s$ এ, $x_2 = 24 \times 2 - 4 \times 2^2 = 32$ m

$\therefore$ গড়বেগ $= \frac{\text{মোট সরণ}}{\text{মোট দূরত্ব}} = \frac{32-20}{2-1} = 12$ ms^{-1} **(Ans.)**

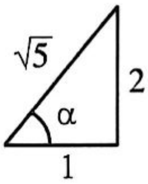
(ii) তাৎক্ষণিক বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = 24 - 8t$

$\therefore t = 2s$ এ, $v = 24 - 8 \times 2 = 8$ ms^{-1} **(Ans.)**

12. **Solⁿ:** নিক্ষেপণ বেগ, $\vec{u} = (\hat{i} + 2\hat{j})$ms^{-1};

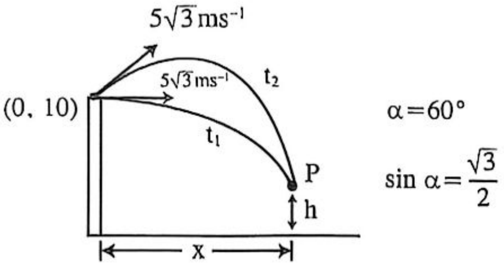
$\tan\alpha = 2; \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$

$y = x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2u^2\cos^2\alpha} = x.2 - \frac{10 \times x^2}{2 \times (1^2+2^2) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2}$



$\Rightarrow y = 2x - \frac{10\,x^2}{2 \times 5 \times \frac{1}{5}} = 2x - 5x^2$

$\therefore y = 2x - 5x^2$ **(Ans.)**



13. **Solⁿ:**

$x = ut_1 = u\cos\alpha\, t_2 \Rightarrow t_1 = \cos 60°\, t_2 \Rightarrow t_1 = \frac{t_2}{2}$

$10 - h = \frac{1}{2}gt_1^2 = u\sin\alpha\ t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$

$\Rightarrow 5t_1^2 = 7.5t_2 - 5t_2^2$

$\Rightarrow \frac{5}{4}t_2^2 = 7.5\, t_2 - 5\, t_2^2$

$5t_2^2 = 30t_2 - 20\, t_2^2$

$\therefore t_1 = 0.6$ s

$\Rightarrow 25t_2^2 = 30\, t_2 \Rightarrow t_2 = 1.2$ s

(i) সময় ব্যবধান, $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{1}{2}t_2 = 0.6$ s

(ii) $x = ut_1 = 5\sqrt{3} \times 0.6 = 3\sqrt{3}$ m

$h = 10 - \frac{1}{2}gt_1^2 = 10 - 5 \times 0.6^2 = 8.2$ m

$\therefore$ P বিন্দুর অবস্থান $(3\sqrt{2}\text{m}, 8.2\text{ m})$।

14. **Solⁿ:** $a = \frac{dv}{dt} = (6 - 1.2t)ms^{-2}$

v_{max} হতে হলে, $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow t = \frac{6}{1.2} = 5$ s

এখন, $dv = (6 - 1.2t)dt$

$\Rightarrow \int_u^v dv = \int_0^t (6 - 1.2t)dt$

$\Rightarrow v - u = 6t - 0.6\, t^2$

$\therefore v = u + 6t - 0.6\, t^2$

$\therefore v_{max} = v_5 = (2.7 + 6 \times 5 - 0.6 \times 5^2)$

$= 17.7\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

15. **Solⁿ:** $R_{max} = \frac{u^2}{g} = 6.5$ km

(নিক্ষেপণ কোণ, $\alpha = 45°$)

$\Rightarrow u = \sqrt{9.8 \times 6500} = 252.4\ ms^{-1}$

আবার, $\tan\alpha = \frac{4H}{R}$

$\Rightarrow H = \frac{R\tan\alpha}{4} = \frac{6.5}{5}$ km $= 1.625$ km

$T = \frac{2u\sin\alpha}{g} = \frac{2\times252.4\times\sin 45°}{9.8} = 36.422$ s

16. **Solⁿ:** কৌণিক বেগ,

$\omega = 150$ rpm $= 150 \times \frac{\pi}{30}\ rads^{-1} = 5\pi\ rads^{-1}$

পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4$ s

রৈখিক বেগ, $v = \omega r = (5\pi \times 0.6) = 9.425\ ms^{-1}$

17. **Solⁿ:** $v^2 = u^2 + 2gh$

$\Rightarrow h = \frac{v^2 - u^2}{2g} = \frac{100^2 - 0^2}{2\times9.8} = 510.2$ m

এবং $t_1 = \frac{v-u}{g} = \frac{100-0}{9.8} = 10.2$ s

$\therefore$ শব্দের সময়, $t_2 = t - t_1 = (15 - 10.2) = 4.8$ s

$\therefore$ শব্দের বেগ, $v = \frac{h}{t_2} = \frac{510.2}{4.8} = 106.3$ m **(Ans.)**

18. **Solⁿ:** কার্যকর ত্বরণ,

$a = g - a' = (9.8 - 4.8) = 5\ ms^{-2}$

$\therefore$ সময়, $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2\times2}{5}} = 0.8944$ s

বেগ, $v = u + at = (0 + 5 \times 0.8944) = 4.472\ ms^{-1}$

19. **Solⁿ:** ধরি, সংঘর্ষের সময় t।

কণা A-এর অবস্থান: $x_A = 3t$, $y_A = 30$।

কণা B-এর ত্বরণ ধনাত্মক y-অক্ষের সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল।

কণা B-এর অবস্থান:

$x_B = \frac{1}{2}a_x t^2 = \frac{1}{2}(0.4\sin\theta)t^2 = 0.2t^2\sin\theta$।

$y_B = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{1}{2}(0.4\cos\theta)t^2 = 0.2t^2\cos\theta$

সংঘর্ষের শর্তে $x_A = x_B$ ………………. *(i)*

এবং $y_A = y_B$ ………………. *(ii)*

$\therefore 3t = 0.2t^2\sin\theta \Rightarrow t = \frac{15}{\sin\theta}$

এখন, $30 = 0.2t^2\cos\theta$

t-এর মান ২ নং সমীকরণে বসিয়ে পাই:

$30 = 0.2\left(\frac{15}{\sin\theta}\right)^2\cos\theta$

$\Rightarrow 30 = 0.2 \times \frac{225}{\sin^2\theta} \times \cos\theta$

$\Rightarrow 30\sin^2\theta = 45\cos\theta \Rightarrow 2(1 - \cos^2\theta) = 3\cos\theta$

$\Rightarrow 2\cos^2\theta + 3\cos\theta - 2 = 0$

$\Rightarrow (2\cos\theta - 1)(\cos\theta + 2) = 0$

$\therefore \theta = \cos^{-1}(0.5) = 60°$

20. **Solⁿ:** প্রক্ষেপকের গতিপথের সমীকরণ:

$y = x\tan\theta - \frac{gx^2}{2u^2\cos^2\theta}$

$10 = 1.327x - \frac{9.8x^2}{2\times(25)^2\times(0.6018)^2}$

$0.02165x^2 - 1.327x + 10 = 0$

দ্বিঘাত সমীকরণ সমাধান করে পাই:

$x = \frac{1.327 \pm \sqrt{(1.327)^2 - 4(0.02165)(10)}}{2(0.02165)}$

দুটি সম্ভাব্য দূরত্ব: $x_1 = \frac{1.327 - 0.946}{0.0433} \approx 8.80$ m।

$x_2 = \frac{1.327 + 0.946}{0.0433} \approx 52.5$ m।

> জ্ঞান অর্জনের জন্য কৌতূহল খুবই গুরুত্বপূর্ণ। যে মানুষ প্রশ্ন করতে শেখে এবং জানার চেষ্টা করে, সে একদিন অবশ্যই নতুন কিছু আবিষ্কার করতে পারে।
>
> **Albert Einstein**

অধ্যায় ০৪

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

টপিক অ্যানালাইসিস

- ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: নিউটনের সূত্র	23	8	BUET’24-25, 21-22, 13-14; KUET’16-17; RUET’13-14, 12-13; CUET’25-26; CKRUET’23-24, 22-23, 21-22; BUTEX’15-16, 12-13; IUT’22-23, 21-22, 19-20, 17-18, 14-15; SUST’25-26, 24-25	BUET’22-23, 20-21, 18-19, 05-06; RUET’09-10, 08-09, 07-08, 06-07; MIST’24-25
✪✪	T-02: ঘর্ষণ	7	5	BUET’21-22, 11-12; KUET’10-11; RUET’24-25, 14-15; IUT’17-18; SUST’14-15	BUET’23-24, 09-10, 01-02, 00-01; BUTEX’11-12; MIST’23-24, 22-23
✪	T-03: যুক্ত বস্তুর ত্বরণ	1	-	CKRUET’20-21; IUT’21-22	-
✪✪	T-04: লিফট	11	2	BUET’24-25, 10-11; RUET’24-25, 13-14; CUET’11-12; CKRUET’23-24; IUT’19-20, 18-19, 17-18, 16-17, 10-11	RUET’06-07; BUTEX’19-20
✪✪	T-05: বলের ঘাত	4	2	KUET’13-14; IUT’20-21, 16-17; SUST’25-26, 24-25	BUET’19-20; BUTEX’23-24; MIST’22-23
✪✪✪	T-06: ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ	16	3	BUET’22-23; KUET’18-19, 11-12; CKRUET’23-24, 21-22, 20-21; IUT’22-23, 20-21, 19-20, 18-19, 17-18, 16-17, 14-15, 10-11; SUST’24-25, 16-17	BUET’21-22, 06-07; CKRUET’ 20-21 BUTEX’18-19
✪	T-07: রকেটের গতি	3	2	BUET’24-25; IUT’22-23	BUTEX’25-26, 18-19, 08-09
✪✪	T-08: জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ	6	7	BUET’24-25 BUTEX’16-17, 15-16; IUT’10-11; SUST’25-26, 24-25;	BUET’19-20, 14-15
✪✪	T-09: টর্ক	8	2	BUET’24-25; CKRUET’20-21; BUTEX’16-17, 12-13; SUST’25-26, 24-25;	BUET’17-18; BUTEX’25-26, 01-02; IUT’22-23; MIST’22-23
✪	T-10: কৌনিক ভরবেগ ও এর সংরক্ষণ সূত্র	3	2	BUET’11-12; IUT’21-22; SUST’24-25	BUTEX’21-22, 18-19
✪✪✪	T-11: ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি	8	2	BUET’24-25, 22-23; RUET’24-25, 12-13; CUET’25-26, 15-16, 14-15; IUT’22-23, 21-22	BUET’25-26; 04-05; RUET’18-19

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪	**T-12:** অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার গতি	8	-	BUET'24-25, 13-14, 12-13; KUET'16-17, 15-16; CKRUET'23-24; IUT'18-19, 17-18; SUST'25-26	-
✪	**T-13:** উল্লম্ব তলে সুষম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর গতি	-	-	BUET'25-26	-
✪✪✪	**T-14:** রাস্তার ব্যাংকিং নির্ণয়	12	10	BUET'24-25, 23-24; KUET'14-15, 13-14, 12-13; RUET'13-14, 10-11; CKRUET'21-22, 15-16;	BUET'24-25, 21-22; RUET'15-16, 05-06, 04-05; KUET'25-26; CUET'13-14, 08-09, 07-08; BUTEX'22-23, 11-12
✪	**T-15:** ভরকেন্দ্রের স্থানাঙ্ক	3	-	KUET'11-12; CUET'14-15; IUT'23-24;	-

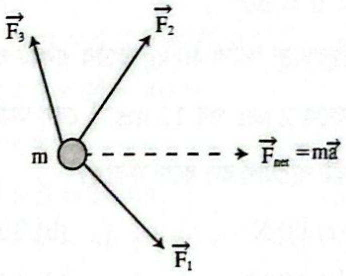
T-01: নিউটনের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

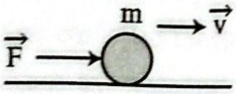
- m ভরের বস্তুর উপর $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ বলত্রয় ক্রিয়াশীল।

  লব্ধি বল $\vec{F}_{net}$ এবং ত্বরণ $\vec{a}$ হলে,

  $\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{a}$

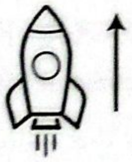


- **Case-01:** ধ্রুব ভরের বস্তুর জন্য



$F = m\frac{dv}{dt} = ma$

- **Case-02:**



$F = v\frac{dm}{dt}$ ধ্রুব বেগ ও পরিবর্তনশীল ভরের জন্য (যেমন:-রকেট, ট্রাকের মধ্যে বালু পড়া)

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 16 N এর একটি বল এর উপর 5 sec কাজ করে এবং তারপর আর কোন কাজ করল না। বস্তুটি তারপর 6 sec এ 52 m দূরত্ব গেল। বস্তুটির ভর কত? **[CUET'25-26; CKRUET'23-24, IUT'22-23; KUET'16-17]**

(a) 10.00 kg (b) 9.00 kg
(c) 9.23 kg (d) 8.23 kg
(e) 10.05 kg Ⓒ

Sol^n: বস্তুটির শেষবেগ, $v = \frac{52}{6} = 8.67\ ms^{-1}$

∴ বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগকালে ত্বরণ,

$a = \frac{v-u}{t} = \frac{8.67-0}{5}$

$= 1.73\ ms^{-2}$

∴ বস্তুটির ভর, $m = \frac{F}{a} = \frac{16}{1.73} = 9.23$ kg

02. মহাবিশ্বে ক্রিয়াশীল সবচেয়ে দুর্বল বল কোনটি? **[SUST'25-26]**

(a) নিউক্লিয় বল (b) তাড়িতচুম্বকীয় বল
(c) মহাকর্ষ বল (d) দুর্বল নিউক্লিয় বল Ⓒ

03. 60 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে 2 মিনিটে এর বেগ 72 kmh^{-1} বৃদ্ধি পাবে? [SUST'25-26]

(a) 10 N (b) 20 N
(c) 5 N (d) 12 N ⓐ

Sol^n: $\Delta v = 72\ kmh^{-1}$

$= \frac{72}{3.6}\ ms^{-1} = 20\ ms^{-1}$

$\therefore F = ma = m \cdot \frac{\Delta v}{t} = 60 \times \frac{20}{2\times60} = 10\ N$

04. 4 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 8 N বল অনুভূমিকের সাথে কত ডিগ্রী কোণে প্রয়োগ করলে বস্তুটির অনুভূমিক ত্বরণ 1 ms^{-2} হবে? [SUST'24-25]

(a) 60° (b) 45°
(c) 30° (d) 0° ⓐ

Sol^n: $F \cos\theta = ma$

$\Rightarrow \cos\theta = \frac{ma}{F} = \frac{4\times1}{8} = \frac{1}{2}$

$\therefore \theta = 60°$

05. স্থিরাবস্থা থেকে 40 kg ভরের একটি বস্তু নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে 2 sec পর 15 ms^{-1} বেগ অর্জন করে। বস্তুটির উপর কী পরিমাণ বল কাজ করছে? [SUST'24-25]

(a) 80 N (b) 300 N
(c) 600 N (d) 1200 N ⓑ

Sol^n: $F = \frac{m(v-u)}{t}$

$= \frac{40(15-0)}{2} = 300\ N$

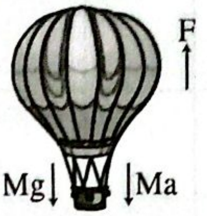
06. গরম বাতাসে পরিপূর্ণ M ভরের একটি বেলুন (ঝুড়িসহ) পৃথিবীর দিকে ধ্রুব ত্বরণ a তে নেমে আসছে। ঝুড়ি থেকে কী পরিমাণ m ভর ফেলে দিলে বেলুনটি উপরের দিকে একই ধ্রুব ত্বরণ a-তে উঠে যাবে? সকল ক্ষেত্রে বেলুনটির আয়তন একই ছিল বলে ধরে নেওয়া হলো।

(g = অভিকর্ষীয় ত্বরণ) [CKRUET'22-23]

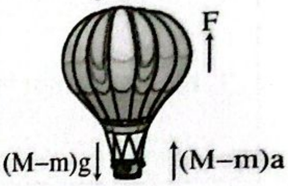
(a) $m = \frac{2a}{g+a}M$ (b) $m = \frac{g+a}{2M}$
(c) $m = \frac{2a}{g}M$ (d) $m = \frac{M}{2a(g+a)}$
(e) $m = \frac{a}{g+M}$ ⓐ

Sol^n: ধরি, বেলুনের বাতাসের ঘনত্ব কম বলে বাতাস দ্বারা প্রযুক্ত উর্ধ্বমুখী বল = F

Case-1: a ত্বরণে নিচে নামার সময়,
$Mg - F = Ma$
$\Rightarrow F = Mg - Ma$ ...... (i)



Case-2: a ত্বরণে উপরে উঠার সময়,
$F - (M-m)g$
$= (M-m)\ a$
$\Rightarrow Mg - Ma - Mg + mg$
$= Ma - ma$ [(i) হতে]
$\Rightarrow mg + ma = Ma + Ma$
$\therefore m = \frac{2a}{g+a}M$



07. 50 kmh^{-1} বেগে চলমান একটি গাড়ি হঠাৎ থেমে গেল। এতে করে গাড়ির ভিতরে বসে একজন 50 kg ভরের যাত্রী 61 cm সামনে ঝুঁকে গেল। যাত্রীর শরীরের উপর অংশে প্রযুক্ত বল কত? [BUET'21-22]

(a) 7905.756 N (b) 7905.788 N
(c) 7906.887 N (d) 7905.787 N

Sol^n: মন্দন, $a = \frac{u^2}{2s}$

$\therefore$ বল, $F = ma = m \times \frac{u^2}{2s} = 7905.788N$

08. At time t = 0 s a particle starts moving along the x axis. If the kinetic energy increases uniformly with time 't', the net force acting on it must be proportional to- (t = 0 s সময়ে একটি কণা x অক্ষ বরাবর চলতে শুরু করে। যদি গতিশক্তি 't' সময়ের সাথে সমানভাবে বৃদ্ধি পায়, তাহলে এর উপর ক্রিয়াশীল নেট বলের সাথে অবশ্যই সমানুপাতিক হবে-) [IUT'19-20]

(a) $\frac{1}{\sqrt{t}}$ (b) $\sqrt{t}$ (c) constant (d) t

Sol^n: $\frac{1}{2}mv^2 \propto t \Rightarrow v \propto \sqrt{t} \Rightarrow \frac{dv}{dt} \propto \frac{1}{2\sqrt{t}} \Rightarrow F \propto \frac{1}{\sqrt{t}}$

09. Equal forces $\vec{F}$ act on isolated bodies P and Q. The mass of Q is three times that of P. The magnitude of acceleration of P is- (সমান বল $\vec{F}$ বিচ্ছিন্ন বস্তু P এবং Q-এর উপর কাজ করে। Q-এর ভর P-এর তিনগুণ। P-এর ত্বরণের মান হল-) [IUT'17-18]

(a) Three times that of Q (b) $\frac{1}{3}$ that of Q
(c) The same as Q (d) $\frac{1}{9}$ that of Q

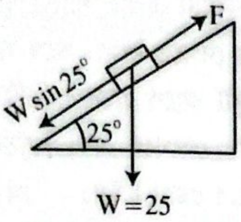
Sol^n: $F = ma \ \therefore m \propto \frac{1}{a}$

10. A 25N object is held at rest on a frictionless incline by a force that is parallel to the incline. If the incline is 25° above the horizontal, the magnitude of the applied force is-

(একটি 25 N বস্তুকে ঘর্ষণহীন হেলানো তলের উপর এমন একটি বল দ্বারা স্থির অবস্থায় ধরে রাখা হয় যা হেলানো তলের সমান্তরাল। যদি হেলানো তলটি ভূমির সাথে 25° কোণে থাকে, তাহলে প্রয়োগকৃত বলের মান হল-) **[IUT'17-18]**

(a) 4.1N (b) 4.6N (c) 8.9N (d) 11N ⓓ

Sol^n:



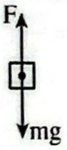
$W\sin\theta = F$

$\Rightarrow F = 25\sin 25^\circ = 10.56 \approx 11\ N$

11. 5 kg ভরের বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির নিম্নমুখী ত্বরণ 4 ms^{-2} হবে? **[BUTEX'15-16]**

(a) 96 N downwards (b) 96 N upwards
(c) 29 N upwards (d) 29 N downwards ⓒ

Sol^n:



$mg - F = ma$

$\Rightarrow 5 \times 9.8 - F = 5 \times 4 \Rightarrow F = 29N$ upwards

12. A 75 kg boy and a 60 kg girl use an elastic rope while engaged in a tug of war on a frictionless surface. If the acceleration of the girl toward the boy is $3.0 ms^{-2}$, what is the magnitude of acceleration of the boy toward the girl? (একটি 75 kg ওজনের ছেলে এবং 60 kg ওজনের মেয়ে একটি ঘর্ষণহীন পৃষ্ঠে দড়ি টানাটানি খেলার সময় একটি স্থিতিস্থাপক দড়ি ব্যবহার করে। যদি মেয়েটির ছেলেটির দিকে ত্বরণ 3.0 ms^{-2} হয়, তাহলে মেয়েটির দিকে ছেলেটির ত্বরণের মান কত?) **[IUT'14-15]**

(a) $2.75ms^{-2}$ (b) $5.6ms^{-2}$
(c) $3.25ms^{-2}$ (d) $2.40ms^{-2}$ ⓓ

Sol^n: $m_1a_1 = m_2a_2$

$\Rightarrow 60 \times 3 = 75\ a_2$

$\Rightarrow a_2 = 2.4ms^{-2}$

13. A force $\vec{F} = (40\hat{i} + 30\hat{j})$ N is acting on an object of mass 10 kg. What is the magnitude of the acceleration of the object? Assume other forces are not involved. (10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর একটি বল, $\vec{F} = (40\hat{i} + 30\hat{j})$ N ক্রিয়া করছে। বস্তুটির ত্বরণের মান কত? ধরে নাও অন্যান্য বল জড়িত নয়।) **[BUET'13-14, IUT'21-22]**

(a) 6 ms^{-2} (b) 5 ms^{-2}
(c) 7 ms^{-2} (d) 4 ms^{-2} ⓑ

Sol^n: $\vec{F} = (40\hat{i} + 30\hat{j})N$ and $m = 10$ kg

$\therefore \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = (4\hat{i} + 3\hat{j})ms^{-2}$

$\therefore |\vec{a}| = \sqrt{16+9}\ ms^{-2} = 5\ ms^{-2}$

14. গাছের একটি আপেল পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করছে। পৃথিবী আপেলকে F বলে আকর্ষণ করছে। সুতরাং- **[RUET'13-14]**

(a) F>>f (b) F > f
(c) F = f (d) F < f (e) None ⓒ

Sol^n: $F = f = \frac{GMm}{R^2}$; M = পৃথিবীর ভর

m = আপেলের ভর।

15. 40 N এর একটি বল 8 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপরে ক্রিয়া করে। 4 sec পর যদি বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় তবে প্রথম থেকে 9 sec এ বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? **[BUET'12-13, CKRUET'22-23, 21-22, IUT'14-15]**

(a) 120 m (b) 110 m (c) 130 m
(d) 140 m (e) 150 m ⓓ

Sol^n: $a = \frac{F}{m} = \frac{40}{8} = 5\ ms^{-2}$

t = 4 s সময়ে, $v = at = 4 \times 5 = 20\ ms^{-1}$

$\therefore s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 = 40$ m

বাকি 5 sec সমবেগে যাবে।

$\therefore s' = vt = 20 \times 5 = 100$ m

$\therefore$ মোট দূরত্ব $= s + s' = 40 + 100 = 140$ m

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি বস্তু স্থিরাবস্থায় ছিল। 15 N- এর বল এর উপর 4 sec ধরে কাজ করে এবং তারপর আর কোনো কাজ করল না। বস্তুটি এরপর 9 sec এ 54 m দূরত্ব গেল। বস্তুটির ভর বের কর। **[MIST'24-25]**

Sol^n: ভর m হলে, F = ma

$\therefore m = \frac{F}{a} \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{15}{m}$

4 sec পরে বেগ, $v = 0 + at = \frac{15}{m} \times 4 = \frac{60}{m}$

আবার, $s = vt \Rightarrow 54 = \frac{60}{m} \times 9$

$\therefore m = 10$ kg **(Ans.)**

02. 600 kgm^{-3} ঘনত্ববিশিষ্ট একটি আয়তাকার ব্লক 1000 kgm^{-3} ঘনত্ববিশিষ্ট একটি তরলের কিছুটা গভীর পর্যন্ত ডুবে ভাসছে। ব্লকটির উচ্চতা 8 (eight) cm। ব্লকটি কত গভীরতা পর্যন্ত ডুবেছিল? যদি ব্লকটিকে তরলের মধ্যে সম্পূর্ণভাবে ডুবানো হয় এবং তারপর ছেড়ে দেয়া হয়, তাহলে এটির ত্বরণ কত হবে? **[BUET'22-23]**

Sol^n: ডুবন্ত আয়তন V_1 এবং ডুবন্ত দৈর্ঘ্য x হলে $V_1 = xl^2$

এখন, $V_1\rho_1 g = V\rho g$

$\Rightarrow \frac{V_1}{V} = \frac{\rho}{\rho_1} \Rightarrow \frac{xl^2}{l^3} = \frac{600}{1000}$

$\Rightarrow x = \frac{6}{10} \times 8 = 4.8$ cm

∴ ডুবন্ত দৈর্ঘ্য 4.8 cm।

এখানে,

ব্লকের দৈর্ঘ্য, $l = 8$ cm

ব্লকের আয়তন, $V = l^3$

ব্লকের ঘনত্ব,

$\rho = 600\ \text{kgm}^{-3}$

তরলের ঘনত্ব,

$\rho_1 = 1000\ \text{kgm}^{-3}$

সম্পূর্ণ ডুবিয়ে ছেড়ে দিলে প্রযুক্ত লব্ধি বল,

$F = mg - V\rho_1 g = V\rho g - V\rho_1 g = V(\rho - \rho_1)g$

∴ ত্বরণ, $a = \frac{F}{m} = \frac{V(\rho-\rho_1)g}{m} = \frac{(\rho-\rho_1)}{\rho}g = -6.53\ \text{ms}^{-2}$

∴ এর ত্বরণ $6.53\ \text{ms}^{-2}$ উপরের দিকে। **(Ans.)**

03. 1.5 kg ভরের একটি মডেল হেলিকপ্টারের আদি গতিবেগ $5\hat{j}\ \text{ms}^{-1}$. 2 sec সমত্বরণে চলার পর তার গতিবেগ হয় $(6\hat{i} + 12\hat{j})\ \text{ms}^{-1}$। এই সময়ে প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর। **[BUET'20-21]**

Sol^n: $\vec{F} = m\vec{a} = 1.5 \times \vec{a}; \vec{u} = 5\hat{j}\ \text{ms}^{-1}$

$t = 2\text{s}; \vec{v} = (6\hat{i} + 12\hat{j})\text{ms}^{-1}; \vec{a} = ?$

$\therefore \vec{a} = \frac{\vec{v}-\vec{u}}{t} = \frac{6\hat{i}+12\hat{j}-5\hat{j}}{2} = \frac{6\hat{i}+7\hat{j}}{2} = 3\hat{i} + \frac{7}{2}\hat{j}$

∴ প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = m\vec{a} = 1.5\left(3\hat{i} + \frac{7}{2}\hat{j}\right)$

$= 4.5\hat{i} + 5.25\hat{j}$ N **(Ans.)**

$\therefore |\vec{F}| = \sqrt{(4.5)^2 + (2.5)^2} = 6.915$ N **(Ans.)**

04. 72 km/hr বেগে চলমান একটি গাড়ির চালক 30 m সামনে একটি বালককে দেখতে পেলেন। চালকটি সাথে সাথে ব্রেক চেপে দেওয়ায় গাড়িটি $10\ \text{m/s}^2$ সমমন্দনে থেমে যায়। গাড়িটি বালকটির সামনে কতদূরে এসে থেমে গেল? গাড়িটির উপর প্রযুক্ত বলও নির্ণয় কর। আরোহীসহ গাড়ির ভর 1200 kg। **[BUET'18-19]**

Sol^n: $u = 72\ \text{kmh}^{-1} = 20\ \text{ms}^{-1}$

$v^2 = u^2 + 2as$

$\Rightarrow 0^2 = 20^2 + 2(-10)s$

$\therefore s = 20\ \text{m}\ \therefore (30 - 20) = 10$ m সামনে থামবে।

প্রযুক্ত বল, $F = ma = 1200\ \text{kg} \times 10\ \text{ms}^{-2}$

$= 12000$ N **(Ans.)**

05. ঘণ্টায় 40 মাইল বেগে চলমান একটি গাড়ির চালক 59 গজ দূরে একটি ছোট ছেলেকে দেখতে পেল। সঙ্গে সঙ্গে সে ব্রেকে চাপ দিল। ছেলেটির 1 ফুট আগে এসে গাড়িটি থেমে গেল। গাড়িটি থামাতে কত সময় লেগেছে এবং প্রযুক্ত বলের মান কত? আরোহী সমেত গাড়ির ওজন 1 টন। **[RUET'09-10]**

Sol^n: এখানে, $u = \frac{40\text{miles}}{1\ \text{hour}} = \frac{40 \times 5280\ \text{ft}}{3600\ \text{s}} = \frac{176}{3}\text{fts}^{-1}$

$s = (59 \times 3) - 1 = 176\text{ft}$; শেষবেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$

মন্দন f হলে, $v^2 = u^2 - 2fs$

বা, $\left(\frac{176}{3}\right)^2 = 2 \times f \times 176$ বা, $f = \frac{88}{9}\text{fts}^{-2}$

আবার, $v = u - ft$ বা, $v_o = ft$ বা, $\frac{176}{3} = \frac{88}{9}t$

$\therefore t = 6$ sec **(Ans.)**

আবার, 1 টন = 2240 পাউন্ড

∴ প্রযুক্ত বল $= mf = 2240 \times \frac{88}{9}$ পাউন্ডাল

$= 21902.22$ পাউন্ডাল **(Ans.)**

06. 10kg ভরের একটা বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে বস্তু খাড়া (i) উপরের দিকে $1.2\ \text{ms}^{-2}$ (ii) নিচের দিকে 2.8ms^{-2} ত্বরণে গতিশীল হবে? **[RUET'06-07]**

Sol^n: (i) $F - mg = ma$

$\Rightarrow F = m(g + a) = 10(9.8 + 1.2)$

$= 10 \times 11 = 110\text{N}$ **(Ans.)**

(ii) $mg - F = ma \Rightarrow F = m(g - a)$

$= 10(9.8 - 2.8) = 10 \times 7 = 70\text{N}$ **(Ans.)**

T-02: ঘর্ষণ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ সর্বোচ্চ স্থিতি ঘর্ষণ, $f_{s_{max}} = \mu_s R$

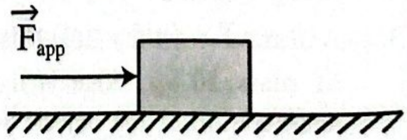
◆ গতীয় ঘর্ষণ, $f_k = \mu_k R$

এখানে,

μ_s = স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক;

μ_k = গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক

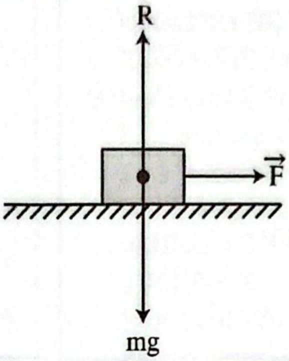
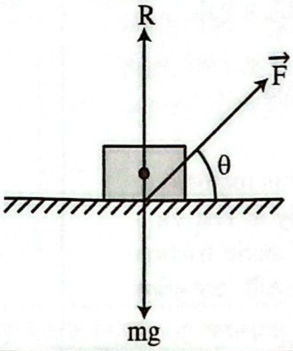
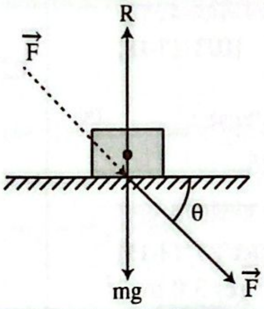
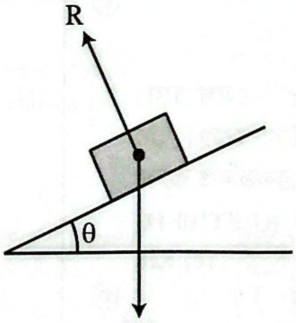
R = বস্তুর উপর তল কর্তৃক প্রযুক্ত লম্ব প্রতিক্রিয়া



◆ F_{app} = বস্তুকে গতিশীল করার জন্য প্রযুক্ত বল:

Case	শর্ত	বস্তুর অবস্থা	ঘর্ষণ বলের মান
Case-01	$F_{app} < f_{s_{max}}$	বস্তু স্থির থাকবে	$\therefore f_s = F_{app}$
Case-02	$F_{app} = f_{s_{max}}$	বস্তু গতিশীল হওয়ার উপক্রম হবে	$\therefore f_s = f_{s_{max}} = F_{app}$
Case-03	$F_{app} > f_{s_{max}}$	বস্তু গতিশীল	$\therefore f_k = \mu_k R$

- প্রতিক্রিয়া বল (R) তলের প্রকৃতি ও কার্যকর বলের উপর নির্ভর করে।

Case	Figure	R
(i) অনুভূমিক তলে অনুভূমিক বরাবর বল প্রয়োগ		$R = mg$
(ii) অনুভূমিক তলে বস্তুকে টানা হলে		$R = mg - F\sin\theta$
(iii) অনুভূমিক তলে বস্তু ঠেলা হলে		$R = mg + F\sin\theta$
(iv) আনত তল		$R = mg\cos\theta$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 500 kg ভরের একটি মটরযান 50 kg গড় ভরের 5 জন যাত্রী নিয়ে 30 ms^{-1} বেগে চলন্ত অবস্থায় হঠাৎ স্টার্ট বন্ধ হয়ে 100 m দূরে গিয়ে থেমে গেল। ঘর্ষণজনিত বলের মান কত ছিল? **[RUET'24-25]**

(a) 500 N (b) 750 N (c) 1000 N
(d) 1500 N (e) 3375 N ⓔ

Solⁿ: মন্দন a হলে,
$v^2 = u^2 - 2as$
$\therefore a = \frac{u^2-v^2}{2s} = \frac{30^2-0^2}{2\times100}$
$= 4.5\ ms^{-2}$

$F = ma$
$= (500 + 50\times5)\times4.5$
$= 3375\ N$

02. নারিকেলের ভর 1 kg এবং পড়ন্ত অবস্থায় বাতাসের বাধা 8.6 N হলে, ত্বরণ কত ms^{-2}? **[BUET'24-25]**

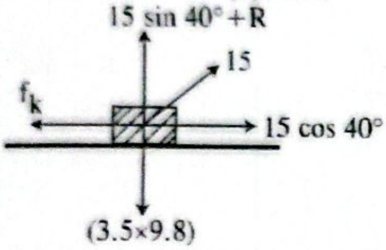
(a) 9.8 (b) 1.2 (c) 8.6 (d) None ⓑ

Solⁿ: $a = \frac{mg-f}{m} = \frac{1\times9.8-8.6}{1} = 1.2\ ms^{-2}$

03. কোন বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে 40° কোণে 15 N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। বস্তুর ভর 3.5 kg ও বস্তু ও তলের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.25 হলে ত্বরণ কত? **[BUET'21-22]**

(a) $1.522\ ms^{-2}$ (b) $1.183\ ms^{-2}$
(c) $1.575\ ms^{-2}$ (d) None ⓐ

Solⁿ:



তলের লম্ব বরাবর, $15\sin 40° + R = 3.5 \times 9.8$

$\Rightarrow R = 24.658\ N$

অনুভূমিক বরাবর, $15\cos 40° - f_k = ma$

$\Rightarrow a = \frac{15\cos 40° - \mu_k R}{m} = 1.522\ ms^{-2}$

04. A horizontal shove of at least 200N is required to start moving a 800N object initially at rest on a horizontal floor. The coefficient of static friction is- (একটি 800N ভরের বস্তু, যা একটি অনুভূমিক মেঝেতে স্থির অবস্থায় রয়েছে, তা নড়াতে কমপক্ষে 200N অনুভূমিক বল প্রয়োগ করতে হয়। স্থিতি ঘর্ষণ সহগ হলো) **[IUT'17-18]**

(a) 0.25 (b) 0.125
(c) 0.50 (d) None of these ⓐ

Solⁿ: $F = \mu_s R \Rightarrow \mu_s = \frac{F}{R} = \frac{200}{800} = 0.25$

05. 10kg ভরের পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ কত, যখন বাতাসের বাধা 78N? **[RUET'14-15]**

(a) $2.2\ ms^{-2}$ (b) $2.5\ ms^{-2}$ (c) $3.0\ ms^{-2}$
(d) $1.5\ ms^{-2}$ (e) None ⓔ

Solⁿ: $a = 9.8 - \frac{78}{10} = 2\ ms^{-2}$

06. 500 kg ভরের একটি গাড়ি $60\ kmhr^{-1}$ বেগে চলে। ব্রেক চেপে গাড়িটিকে 50m দূরে থামানো হলো। যদি রাস্তার ঘর্ষণজনিত বল 100N হয়, তবে ব্রেকজনিত বলের মান কত N? **[SUST'14-15, KUET'10-11]**

(a) 510 (b) 720 (c) 828
(d) 1190 (e) 1290 ⓔ

Solⁿ: $ma = F_k + F_b$

$\Rightarrow F_b = ma - F_k = m\frac{u^2}{2s} - F_k$

$= 500 \times \frac{\left(\frac{60}{3.6}\right)^2}{2\times 50} - 100 \approx 1290\ N$

07. 1000 kg ভরের একটি উড়োজাহাজ স্থির বেগে সোজা পথে উড্ডয়ন করছে। বাতাসের ঘর্ষণ বল 1800 N উড়োজাহাজের উপর প্রযুক্ত নিট বল হবে- **[BUET'11-12]**

(a) 0N (b) 11800 N
(c) 1800 N (d) 9800 N ⓐ

Solⁿ: বেগ স্থির বলে নিট বল, $\sum F = 0$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01. 2000 kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সহিত 30° কোণে আনত একটি রাস্তার উপর দিয়ে $16\ ms^{-1}$ বেগে নিচে নামার সময় গাড়ির চালক ব্রেক প্রয়োগ করায় গাড়িটি 40 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায়। কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধ বল গাড়ির উপর ক্রিয়া করে? **[MIST'23-24]**

Solⁿ: আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

মন্দন ত্বরণ, $a = \frac{u^2}{2s}\ [v = 0\ ms^{-1}]$

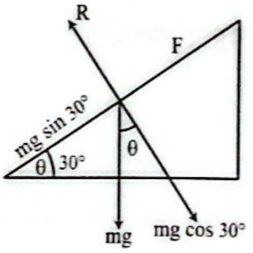
$= \frac{16^2}{2\times 40} = 3.2\ ms^{-2}$

আবার, $F - mg\sin 30° = ma$

$\Rightarrow F = ma + mg\sin 30°$

$\Rightarrow F = 2000 \times 3.2 + 2000 \times 9.8 \times \sin 30°$

$\therefore F = 16200\ N$



02. 65 kg ভরের একটি বস্তুকে একটি সমতলের উপর দিয়ে 250 N বল দিলে তা চলতে শুরু করে এবং চলতে শুরু করার পর 200 N বল দিলে তা সমবেগে চলে। বস্তুটির স্থিতি ও গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। **[MIST'22-23]**

Solⁿ: স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক,

$\mu_s = \frac{F_s}{R} = \frac{250}{65\times 9.8} = 0.392$ **(Ans.)**

গতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_k = \frac{F_k}{R} = \frac{200}{65\times 9.8} = 0.314$ **(Ans.)**

03. বিমান উড্ডয়নের ন্যূনতম বেগ $80\ kmh^{-1}$। রানওয়ের দৈর্ঘ্য 100 m। বিমানের ভর 10,000 kg। উড্ডয়নের জন্য ইঞ্জিনকে ন্যূনতম কত বল দিতে হবে? [ঘর্ষণ গুণাঙ্ক = 0.2, $g = 9.8\ ms^{-2}$] **[BUET'23-24]**

Solⁿ: $v^2 = 0 + 2as$

$\Rightarrow a = \frac{v^2}{2s}$

এখন, $F - F_k = ma$

$\Rightarrow F = \mu mg + ma$

$\Rightarrow F = m(a + \mu g)$

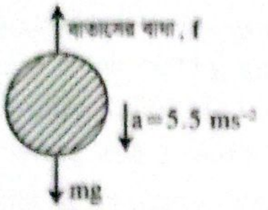
$\Rightarrow F = m\left[\frac{v^2}{2s} + \mu g\right]$

$= 44.29\ kN$ **(Ans.)**

এখানে,
$m = 10^4 kg$
$s = 100m$
$v = \frac{80}{3.6} = 22.22\ ms^{-1}$
$\mu = 0.2$
$F_k = \mu mg$

04. গাছ থেকে 2.0 kg ভরের একটি কাঁঠাল সোজা নিচের দিকে পড়ছে। কাঁঠালটি নিচের দিকে পড়ার সময় যদি $5.5\ ms^{-2}$ ত্বরণ হয়, তাহলে বাতাসের বাধা কত নিউটন? ($g = 9.8\ ms^{-2}$) **[BUTEX'11-12]**

Sol^n:



$mg - f = ma \Rightarrow f = m(g - a) = 2(9.8 - 5.5)$

$\therefore f = 8.6$ N **(Ans.)**

05. একটি বস্তু ঘন্টায় 36 km বেগে ভূমির উপর দিয়ে পিছলে যেতে যেতে অবশেষে স্থির অবস্থায় আসলো। বস্তু ও ভূমির মধ্যে ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2 হলে বস্তুটি স্থির অবস্থায় আসার পূর্বে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'09-10]**

Sol^n: $F_K = \mu_K R = \mu_K mg$

$\therefore$ মন্দন, $a = \frac{F_K}{m} = \mu_K g = 0.2 \times 9.8 \text{ms}^{-2}$

$\therefore v^2 = u^2 - 2as$;

$u = \frac{36}{3.6} \text{ ms}^{-1} = 10\text{ms}^{-1}, v = 0$

$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \times 0.2 \times 9.8} = 25.51\text{m}$ **(Ans.)**

06. 1000 kg ভরের একটি গাড়ীর চাকার সাথে রাস্তার স্থিতি ঘর্ষণ সহগ 0.10 এবং চল ঘর্ষণ সহগ 0.04। অনুভূমিকের দিকে গাড়ীটির উপর ন্যূনতম কত বল প্রয়োগ করলে স্থির গাড়ীটি চলতে শুরু করবে। আর অতিরিক্ত কত বল প্রয়োগ করলে গাড়ীটির ত্বরণ 2 ms⁻² হবে? **[BUET'01-02]**

Sol^n: ন্যূনতম প্রয়োগকৃত বল,

$F_{min} = \mu mg = 0.1 \times 1000 \times 9.8 = 980$ N

2ms^{-1} ত্বরণের জন্য প্রয়োজনীয় বল

$= ma + F_k = ma + \mu_k mg$

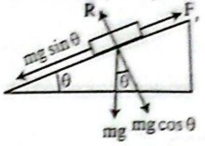
$= 1000 \times 2 + 0.04 \times 1000 \times 9.8 = 2392$ N

$\therefore$ অতিরিক্ত বল $= 2392 - 980 = 1412$ N **(Ans.)**

07. 1000 kg ভরের একটি গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণের সহগ বা গুণাঙ্ক $\mu_s = 0.8$ হলে গাড়িটি সর্বোচ্চ কত ঢালু রাস্তায় পিছলিয়ে না পড়ে থেমে থাকতে পারবে? **[BUET'00-01]**

Sol^n: ঘর্ষণ কোণ, $\theta = \tan^{-1}(\mu)$

$= \tan^{-1}(0.8) = 38.66°$ (প্রায়)



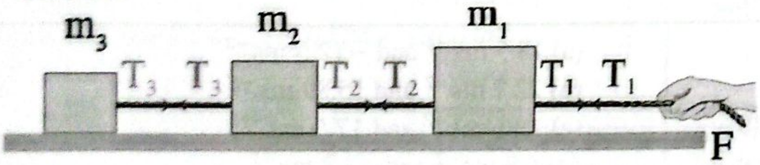
T-03: যুক্ত বস্তুর ত্বরণ

কনসেপ্ট রিভিউ

দুটি ভিন্ন বস্তুকে সংযোগকারী সুতা বা রশিতে একটি নির্দিষ্ট টান বল বিদ্যমান থাকে। ঘর্ষণ বল না থাকলে, একটি রশিতে কখনও একই সময়ে ভিন্ন ভিন্ন টান থাকে না। রশির/সুতার টান সর্বদা বস্তু থেকে সুতার দিকে কাজ করে।

$\therefore$ একত্রে যুক্ত একাধিক বস্তুর ক্ষেত্রে, $F = \sum ma \Rightarrow F = (m_1 + m_2 + m_3 + \dots\dots\dots)a$

➤ **Case-01:**



এক্ষেত্রে, $F = (m_1 + m_2 + m_3)a; T_1 = F$

$T_2 = \frac{m_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \times F = (m_2 + m_3)a$

$T_3 = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \times F = m_3 a$

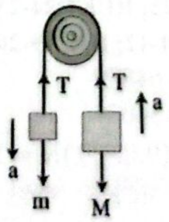
➤ **Case-02:**

এটি সবচেয়ে সাধারণ ও পরীক্ষার জন্য সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কপিকলের Case।

এক্ষেত্রে, $a = \frac{M - m}{M + m} g$

এবং $T = \frac{2Mm}{M + m} g$

পুলির ওপর ভার $= 2T = \frac{4Mmg}{M + m}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. When 7500 kg diesel engine pulls a 25000 kg train along straight and level rails, it produces an acceleration of 2.5 ms⁻². What will be the acceleration of the engine when the load of the train becomes 45000 kg? (Neglect the friction) (যখন 7500 kg ডিজেল ইঞ্জিন 25000 kg ওজনের একটি ট্রেনকে সোজা এবং সমতল রেলিং ধরে টেনে নেয়, তখন এটি 2.5 ms⁻² ত্বরণ উৎপন্ন করে। ট্রেনের লোড 45000 kg হয়ে গেলে ইঞ্জিনের ত্বরণ কত হবে? (ঘর্ষণ উপেক্ষা কর)) **[IUT'21-22]**

(a) 1.55 ms⁻² (b) 2.30 ms⁻²
(c) 1.85 ms⁻² (d) 2.15 ms⁻² ⓐ

Sol^n: $F = (m + M)a_1 \ldots\ldots\ldots (i)$

and $F = (m + M')a_2 \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{a_1(m+M)}{a_2(m+M')} = 1$

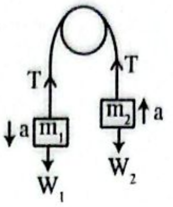
$\Rightarrow a_2 = \frac{a_1 \times (m+M)}{m+M'} = 2.5 \times \frac{(25000+7500)}{(45000+7500)} ms^{-2}$

$= 1.547619\ ms^{-2} \approx 1.55\ ms^{-2}$

02. একটি রশির এক প্রান্তে একটি 9 lb এর ভর কোনো মসৃণ পুলির মাধ্যমে নিম্নমুখী নামার সময় রশিটির অন্যপ্রান্তে 6 lb এর একটি ভর টেনে তুলে। সিস্টেমের ত্বরণ ও রশির টান কত? **[CKRUET'20-21]**

(a) 6.4 fts^{-2}100 *lb* (b) 3.2 fts^{-2}; 92 *lb*
(c) 6.4 fts^{-2}; 230.4 *lb* (d) 3.2 fts^{-2}; 100 *lb*
(e) 3.2 fts^{-2}; 330 *lb* ⓒ

Sol^n:



m_1 বস্তু a ত্বরণে নামছে, m_2 বস্তু a ত্বরণে উঠবে।

$W_1 - T = m_1 a \Rightarrow 9 \times 32 - T = 9a$

$\Rightarrow 288 - T = 9a \ldots\ldots\ldots (i)$

$T - W_2 = m_2 a \Rightarrow T - 6 \times 32 = 6a$

$\Rightarrow T - 192 = 6a \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i) + (ii) \Rightarrow 96 = 15a \Rightarrow a = 6.4\ fts^{-2}$

$\therefore T = 192 + 6 \times 6.4 = 230.4$ lb

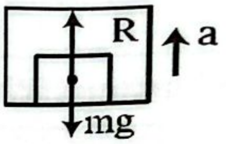
বিকল্প: ত্বরণ $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{9-6}{9+6} \times 32 = 6.4\ fts^{-1}$

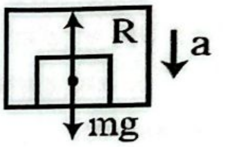
রশির টান $T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 230.4$ Poundal [lb ভরের এক

তাই রশির টান 230.4 Poundal হবে]

T-04: লিফট

কনসেপ্ট রিভিউ





- ধরি, একটি লিফট a ত্বরণে গতিশীল এবং লিফটে অবস্থিত কোন বস্তুর ভর m এবং উক্ত বস্তুর উপর লিফটের তল কর্তৃক প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বল R। এখন-
- লিফটের ত্বরণ উপরের দিকে হলে, বস্তুর উপর লব্ধি বল, $F = R - mg = ma$
  $\Rightarrow R = m(g + a)$
- লিফটের ত্বরণ নিচের দিকে হলে, বস্তুর উপর লব্ধি বল, $F = mg - R = ma$
  $\Rightarrow R = m(g - a)$
- লিফট স্থির থাকলে/সমবেগে চললে $a = 0$, তাই $R = mg$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. কোনো একজন ব্যক্তির ভর 60kg। ঐ ব্যক্তিটি একটি লিফটে ওঠার পর যদি লিফটটি 1ms^{-2} ত্বরণে নিচে নামতে থাকে। তাহলে ঐ ব্যক্তি নামার সময় কত ওজন অনুভব করবে? **[BUET'24-25; RUET'24-25, 13-14; CUET'11-12; IUT'19-20, 18-19]**

(a) 588 N (b) 648 N
(c) 528 N (d) 540 N ⓒ

Sol^n: $W' = m(g - a) = 60(9.8 - 1)N = 528$ N

02. একজন ছাত্র একটি লিফটে দাঁড়িয়ে থাকা অবস্থায় পরিমাপক যন্ত্রে তার ওজন 950 N দেখলো। লিফটটি যখন উপরে উঠতে থাকে তার ওজন বেড়ে 1250 N হয়। এরপর স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে আসে। লিফটটি যখন ধীর গতিতে 10 তম তলাতে থেমে যায়; তখন তার ওজন 590 N নেমে আসে এবং পরবর্তীতে স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে আসে। লিফটটি উপরে উঠতে শুরু করার সময় এবং পরবর্তীতে ধীর হয়ে থেমে যাওয়ার সময় লিফটটির ত্বরণ কত ছিল? **[CKRUET'23-24; IUT'16-17]**

(a) 18.5 ms^{-2} and -12.5 ms^{-2}
(b) 22.7 ms^{-2} and 15.89 ms^{-2}
(c) 19.6 ms^{-2} and 17.5 ms^{-2}
(d) 6.8 ms^{-2} and -4.7 ms^{-2}
(e) 3.1 ms^{-2} and -3.72 ms^{-2} ⓔ

Sol^n: $W = mg \Rightarrow m = \frac{W}{g} = \frac{950}{9.8} = 96.94$

$\therefore m = 96.94$ kg

উপরে উঠার সময়, $W' = m(g + a)$

$\Rightarrow a = \frac{W'}{m} - g$

$\Rightarrow a = \frac{1250}{96.94} - 9.8$

$\therefore a = 3.095 \approx 3.1\ ms^{-2}$

থামার সময়, $W' - mg = -ma$ [মন্দন হওয়ায় (−) চিহ্ন বসানো হয়েছে]

$\Rightarrow a = g - \frac{W'}{m}$

$\Rightarrow a = 9.8 - \frac{590}{96.94}$

$\therefore a = 3.714 \approx 3.72\ ms^{-2}$

$\therefore$ ত্বরণ, $a = -3.72\ ms^{-2}$

03. An elevator is accelerated upward at 2 ms^{-2}. If the elevator weighs 500 kg, what is the tension in the supporting cable? ($g = 9.8\ ms^{-2}$). (একটি লিফটকে উপরের দিকে 2 ms^{-2} ত্বরণে উঠানো হচ্ছে। যদি লিফটের ভর হয় 500 kg, তাহলে সেটিকে ধরে রাখা তারে টান কত হবে? ($g = 9.8\ ms^{-2}$) **[IUT'17-18]**

(a) 20.604 kg-wt (b) 206.04 kg-wt
(c) 602.04 kg-wt (d) 60.204 kg-wt ⓒ

Sol^n: $T = m(g + a) = 500 \times (9.8 + 2)N$

$= 5900\ N = \frac{5900}{9.8}\ kg\text{-}wt = 602.04\ kg\text{-}wt$

04. একটি লিফট $15ms^{-1}$ গতিতে উপরে উঠছে। 60kg ভরের একজন মানুষ লিফটে অবস্থান করলে লিফটের উপর তার প্রতীয়মান ওজন হবে– **[BUET'10-11]**

(a) 588 N (b) 900 N
(c) 750 N (d) 800 N ⓐ

Sol^n: লিফট সমবেগে উপরে উঠছে বলে কেবল অভিকর্ষজ ত্বরণ ক্রিয়াশীল হবে।

$\therefore\ W = mg = 60 \times 9.8 = 588\ N$

05. A lift is going down with an acceleration of 4.8 ms^{-2}. A ball is released 2m height from the floor of the lift. How much time it will take to hit the floor by the ball? (একটি লিফট 4.8 ms^{-2} ত্বরণে নিচের দিকে যাচ্ছে। একটি বল লিফটের মেঝে থেকে 2m উচ্চতা থেকে ফেলা হলো। বলটি মেঝেতে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে?) **[IUT'10-11]**

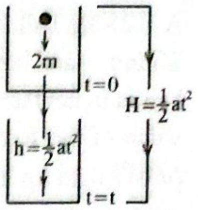
(a) 2 s (b) 1.5 s (c) 0.984 s (d) 0.965 s

Sol^n: (No answer);

$a' = g - a$

$= 9.8 - 4.8 = 5\ ms^{-2}$

$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{a'}} = \sqrt{\frac{2\times2}{5}} = 0.894\ s$



Alternative:

The height lift covers downwards at time t,

$h = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 4.8 \times t^2 = 2.4\ t^2$ Displacement of the falling body at time t, $H = \frac{1}{2}gt^2 = 4.9\ t^2$

$\therefore 2 + 2.4\ t^2 = 4.9\ t^2;\ t = 0.89\ s$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 4000kg ভরের একটি লিফট 240kg ভরের একটি বাক্স বহন করছে। যখন লিফটের তারের (Supporting cable) উপর উর্ধ্বমুখী টান 48000N হয় তখন উর্ধ্বমুখী ত্বরণ কত? লিফটটি স্থির অবস্থান থেকে 3s সময়ে কত উচ্চতায় উঠবে? **[BUTEX'19-20]**

Sol^n: $T - mg = ma$

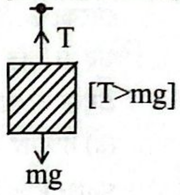
$\Rightarrow 48000 - (4000 + 240) \times 9.8$

$= (4000 + 240) \times a$

$\therefore a = 1.52075\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

$h = \frac{1}{2}at^2[u = 0ms^{-1}]$

$= \frac{1}{2} \times (1.52075) \times 3^2 = 6.84\ m$ **(Ans.)**



02. 100 kg ভরের একজন লোক লিফটে দাঁড়িয়ে আছে। লিফটটি যদি 2 ms^{-2} ত্বরণে উপরের দিকে উঠতে থাকে তাহলে লোকটির উপর উর্ধ্বমুখী প্রতিক্রিয়া বল কত? **[RUET'06-07]**

Sol^n: $F = m\ (9.8 + a) = 100\ (9.8 + 2)$

$= 1180\ N.$ **(Ans.)**

T-05: বলের ঘাত

কনসেপ্ট রিভিউ

বলের ঘাত,

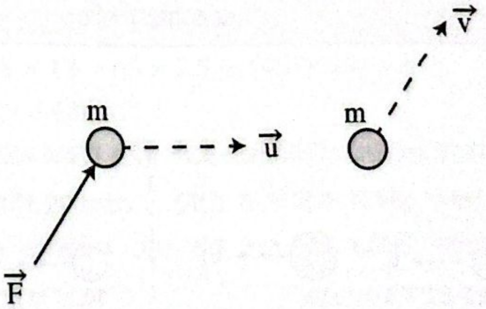
$\vec{J} = \vec{F}t$

$=$ (বল × বলের ক্রিয়াকাল)

$= m(\vec{v} - \vec{u})$

$=$ ভরবেগের পরিবর্তন

$= \vec{p}_2 - \vec{p}_1$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 40 kg ভরের কোন বস্তুর উপর 500 N বল 5 s ক্রিয়া করে। বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন কত $kgms^{-1}$ হবে? **[SUST'25-26' 24-25]**

(a) 2.5×10^4 (b) 2.5×10^3
(c) 5×10^2 (d) 6.25×10^3

Sol^n: (b); $\Delta p = F \times t$

$= 500 \times 5$

$= 2.5 \times 10^3\ kgms^{-1}$

02. A 0.25 kg ball hits a brick wall with a velocity of 30 ms^{-1} and bounces back at the same speed. If the ball is in contact with the wall for 0.1 s, what is the value of the force exerted by the wall on the ball? (একটি 0.25 kg ভরের বল 30 ms^{-1} বেগে একটি ইটের দেয়ালে আঘাত করে এবং একই গতিতে ফিরে আসে। যদি বলটি 0.1 সেকেন্ডের জন্য দেয়ালের সংস্পর্শে থাকে, তাহলে বলের উপর দেয়ালের দ্বারা প্রয়োগ করা বলের মান কত?) **[IUT'20-21]**

(a) 100 N (b) −150 N (c) −300 N (d) 0 N ⓑ

Sol^n: $Ft = m\Delta v$

$\Rightarrow F = -\frac{0.25\times(30+30)}{0.1}$

$\therefore F = -150N$

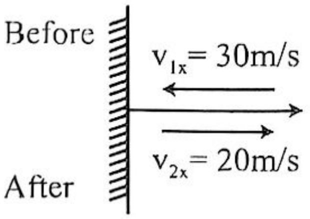
03. As a baseball is being caught, its speed goes from 30.0 ms^{-1} to 0.0 in about 0.0050 s. The mass of the baseball is 0.145 kg. What is the magnitude of the force acting on the player who caught it? (একটি বেসবল ধরার সময়, এর গতি প্রায় 0.0050 সেকেন্ডে 30.0 ms^{-1} থেকে 0.0 এ পৌঁছায়। বেসবলের ভর 0.145 kg। যে খেলোয়াড় এটি ধরেছে তার উপর প্রযুক্ত বলের মান কত?) **[IUT'16-17; KUET'13-14]**

(a) 890N (b) 870N (c) 780N (d) 980N ⓑ

Sol^n: $F = \frac{\Delta P}{t} = \frac{30\times0.145}{0.005} = 870N$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 0.50 kg ভরের একটি বাস্কেট বল ইটের প্রাচীরে নিক্ষেপ করা হলো যা চিত্রে দেখানো হলো। প্রাচীরে সংঘর্ষের সময় বাস্কেট বলটির ওপর বলের ঘাত বের কর। **[MIST'22-23]**



Sol^n: $J = m\Delta v = m(v_{2x} - v_{1x})$

$= 0.5(-20 - 30) = -25$ kgms

$|J| = |-25| = 25\ kg\,ms^{-1}$ **(Ans.)**

02. একটি বল বায়ুতে 15 ms^{-1} বেগে যাচ্ছিল। বলটিকে দিয়ে 20 ms^{-1} বেগে উল্টো দিকে ফেরত পাঠানো হলে এর গতিশক্তি 8.75 J পরিমাণ পরিবর্তিত হয়, তবে ভরবেগের কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে নির্ণয় করো। **[BUTEX'23-**

Sol^n: $\frac{1}{2}m(20^2 - 15^2) = 8.75$

$\Rightarrow m = 0.1\ kg$

$\therefore \Delta p = m(v - u) = 0.1 \times (20 + 15)$

$= 3.5\ kg\,ms^{-1}$ **(Ans.)**

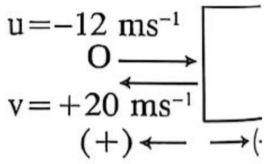
03. 150 g ভরের একটি ক্রিকেট বল 12 ms^{-1} গতিশীল হয়ে একটি ব্যাট দ্বারা আঘাত করার বলটি 20 ms^{-1} বেগে ফিরে আসে। বলটির ক্রিয়ারত বলের আঘাতের সময়কাল 0.01 s, উপর ব্যাটের গড় বল নির্ণয় কর। **[BUET'19-**

Sol^n: $Ft = m(v - u)$

$\Rightarrow F = \frac{m(v-u)}{t}$

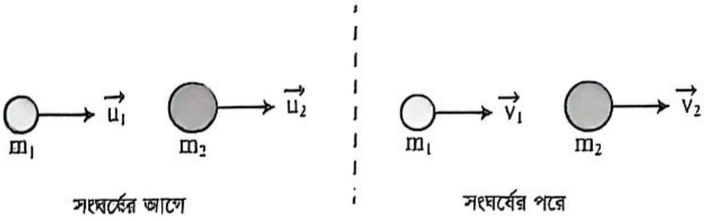
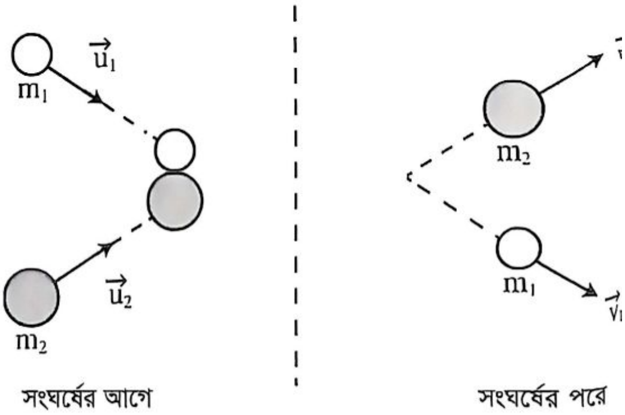
$\Rightarrow F = \frac{0.15(12+20)}{0.01}$

$\therefore F = 480\ N$ **(Ans.)**



T-06: ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ

কনসেপ্ট রিভিউ

একমাত্রিক গতি:	দ্বিমাত্রিক গতি:
 m_1 $\vec{u}_1$ m_2 $\vec{u}_2$ সংঘর্ষের আগে m_1 $\vec{v}_1$ m_2 $\vec{v}_2$ সংঘর্ষের পরে $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$	 m_1 $\vec{u}_1$ m_2 $\vec{u}_2$ সংঘর্ষের আগে m_2 m_1 $\vec{v}_1$ সংঘর্ষের পরে $m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

- অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 \neq \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$
- স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$
- একমাত্রিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে:

➤ $v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)u_2$ ➤ $v_2 = \left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)u_2 + \left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right)u_1$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 1.0 gm ভরের একটি স্থির বস্তুকে আরেকটি একই ভরের বস্তু দ্বারা কত cm s^{-1} বেগে আঘাত করলে বস্তু দুটি এক সাথে 1 cm s^{-1} বেগে চলতে থাকবে? **[SUST'24-25]**

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 ⓑ

Solⁿ: $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

$\Rightarrow 1 \times 0 + 1 \times u_2 = (1 + 1) \times 1$

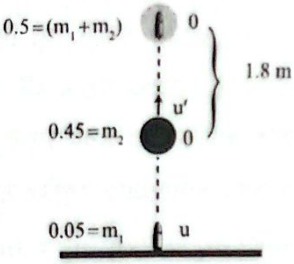
$\therefore u_2 = 2 \text{ cm s}^{-1}$

02. 450 gm ভরের একটি ঝুলন্ত বস্তুকে নিচু থেকে 50 gm ভরের একটি বুলেট দ্বারা আঘাত করা হলো। বস্তুটি 1.8 m উচ্চতায় উঠে যায় এবং বুলেটটি বস্তুটির ভিতর থেকে যায়। বুলেটটির গতিবেগ বের করো।

[এখানে, $g = 10 \text{ ms}^{-2}$] **[CKRUET'23-24; IUT'14-15]**

(a) 59 ms^{-1} (b) 42.4 ms^{-1}

(c) 60 ms^{-1} (d) 50 ms^{-1} (e) 65 ms^{-1} ⓒ



Solⁿ: মিলিত হবার পর আদিবেগ u′ হলে,

$u'^2 = 2gh$

$= 2 \times 10 \times 1.8$

$\Rightarrow u' = 6 \text{ ms}^{-1}$

গুলি ও বস্তুর মধ্যকার দুরত্ব নগন্য বিবেচনা করো।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই (যদি বুলেটের বেগ u হয়), $0.05u + 0 = (0.05 + 0.45)u'$

$\therefore u = 60 \text{ ms}^{-1}$

03. 300 kg ভরের একটি নৌকা থেকে 80kg ও 60kg ভরের দুইজন ব্যক্তি দুইদিকে 2 ms^{-1} বেগে লাফ দিল। নৌকার বর্তমান বেগের মান কত হবে?

[BUET'22-23; CKRUET'21-22]

(a) 0.1 ms^{-1} (b) 0.909 ms^{-1}

(c) 0.98 ms^{-1} (d) 0.99 ms^{-1} ⓐ

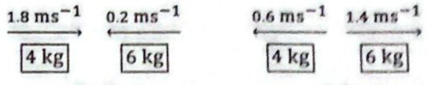
Solⁿ: $MV + m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

$\Rightarrow 300V + (60 \times 2) - (80 \times 2) = 0$

$\Rightarrow V = \frac{40}{300} = 0.1333 \text{ ms}^{-1} = 0.1 \text{ ms}^{-1}$

04. The masses of the blocks and the velocities before and after a collision are (directions are indicated by the arrows: (সংঘর্ষের আগে এবং পরে ব্লকগুলির ভর এবং বেগ হল (তীর দ্বারা দিক নির্দেশিত:)

[IUT'22-23, 19-20]



Before After

In this situation, the collision is: (এই ঘটনাতে ঘর্ষণ হলো:)

(a) completely inelastic (পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক)

(b) completely elastic (পূর্ণ স্থিতিস্থাপক)

(c) characterized by an increase in kinetic energy (গতিশক্তির বৃদ্ধি দ্বারা সংজ্ঞায়িত)

(d) characterized by a decrease in momentum ভরবেগের হ্রাস দ্বারা সংজ্ঞায়িত) ⓑ

Solⁿ: $u_1 + v_1 = u_2 + v_2$

Now, $u_1 + v_1 = 1.8 + (-0.6) = 1.2 \text{ ms}^{-1}$

Again, $u_2 + v_2 = -0.2 + 1.4$

$= 1.2 \text{ ms}^{-1} = u_1 + v_1$

05. 45 kg এবং 65 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 12 ms^{-1} এবং 2.5 ms^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তুদ্বয় একত্রে যুক্ত থেকে কত বেগে চলবে? **[IUT'22-23, 18-19, 17-18, 14-15, 10-11; KUET'18-19, 11-12, SUST'16-17]**

(a) 3.43 ms^{-1} (b) 2.82ms^{-1}

(c) 6.39 ms^{-1} (d) 4 cms^{-1}

(e) 6.07 ms^{-1} ⓐ

Solⁿ: $45 \times 12 - 65 \times 2.5 = (45 + 65) \times v$

$\Rightarrow v = 3.43 \text{ms}^{-1}$

06. 4 kg ভরের একটি পাখি গাছে বসে আছে। 20 gm ভরের একটি গুলি 200 ms^{-1} বেগে পাখিটিকে আঘাত করল। পাখিটির অনুভূমিক বেগ কত হবে যদি গুলিটি পাখির শরীরে থেকে যায়? **[CKRUET'20-21]**

(a) 2 ms^{-1} (b) 1 ms^{-1} (c) 10 cms^{-1}

(d) 9.95 ms^{-1} (e) 0.995 ms^{-1} ⓒ

Solⁿ: $M \times 0 + m \times v_2 = (M + m)V$

$\Rightarrow 0 + 20 \times 10^{-3} \times 200 = (4 + 20 \times 10^{-3}) \times V$

$\Rightarrow V = 0.995 \text{ ms}^{-1}$

07. A 5.00 g bullet is fired with a velocity of 100.0 ms^{-1} toward a 10.00 kg stationary solid block resting on a frictionless surface. What is the change in momentum of the bullet if it is embedded in the block? (একটি 5.00 g বুলেট 100.0 ms^{-1} বেগে একটি 10.00 kg ভরের স্থির কঠিন ব্লকের দিকে নিক্ষেপ করা হয়, যা একটি ঘর্ষণহীন পৃষ্ঠের উপর স্থিরাবস্থায় রয়েছে। যদি বুলেটটি ব্লকের মধ্যে ঢুকে যায়, তবে বুলেটটির ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?) **[IUT'16-17]**

(a) -0.45 kg ms^{-1} (b) -0.55kg ms^{-1}

(c) -0.50 kg ms^{-1} (d) -0.65 kg ms^{-1} ⓒ

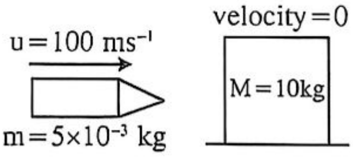
Sol^n: $mu + M \times 0$

$= (m + M)v$

$\Rightarrow v = \frac{mu}{m+M}$

$= \frac{5\times10^{-3}\times100}{5\times10^{-3}+10}$

$= 0.04997\ ms^{-1}$



Change in momentum of the bullet,

$\Delta p = m(v - u) = 5 \times 10^{-3}(0.04997 - 100)$

$= -0.49975 \approx -0.5\ kgms^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 3kg ভরের একটি পাথর প্রাথমিকভাবে স্থির অবস্থান ছিল। পাথরটি বিস্ফোরিত হওয়ার ফলে 1:1:3 ভর অনুপাতে তিন টুকরো হয়ে যায়। সমান ভরের দুটি টুকরোর প্রত্যেকটি 18 ms^{-1} গতিতে একে অপরের সাথে লম্বভাবে সরে গেলে, ভারী টুকরোটির বেগ কত ছিল? **[BUET'21-22]**

Sol^n: এখানে, ভারী খণ্ডটির ভর $= 3 \times \frac{3}{5} = \frac{9}{5}$kg

এবং হালকা খণ্ডদ্বয়ের ভর $= 3 \times \frac{1}{5} = \frac{3}{5}$kg

মনে করি, বিস্ফোরণের পর ভারী খণ্ডটি x-অক্ষের ধনাত্মক দিকের সথে θ কোণে v বেগে বিক্ষিপ্ত হয়।

x অক্ষ বরাবর ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি অনুসারে,

$0 = m_1v_1 \cos\theta_1 + m_2v_2 \cos\theta_2 + m_3v_3 \cos\theta_3$

$\Rightarrow 0 = \frac{3}{5} \times 18 \times \cos 0° + \frac{3}{5} \times 18 \times \cos 90° + \frac{9}{5} \times v \cos\theta$

$\Rightarrow v\cos\theta = -6 \ldots\ldots\ldots (i)$

Y অক্ষ বরাবর ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি অনুসারে,

$0 = m_1v_1 \sin\theta_1 + m_2v_2 \sin\theta_2 + m_3v_3 \sin\theta_3$

$\Rightarrow 0 = \frac{3}{5} \times 18 \times \sin 0° + \frac{3}{5} \times 18 \times \sin 90° + \frac{9}{5} \times v \sin\theta$

$\Rightarrow v\sin\theta = -6 \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i)^2 + (ii)^2 \Rightarrow v^2 = (-6)^2 + (-6)^2 = 36 + 36$

$\Rightarrow v = 6\sqrt{2}\ ms^{-1}$

x অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ $\theta = \tan^{-1}(1) + 180° = 225°$

সুতরাং, ভারী টুকরোটি $6\sqrt{2}$ বেগে 225° কোণে বিক্ষিপ্ত হবে।

02. গাছের ডালে বসা 1.975 kg ভরের পাখিকে 0.025 kg ভরের ১টি বুলেট 400 ms^{-1} অনুভূমিক বেগে আঘাত করে পাখিটির ভিতরেই রয়ে গেল। পাখির অনুভূমিক বেগ নির্ণয় কর। ডালটি মাটি হতে 313.6 m উপরে হলে পাখিটি কত দূর সামনে গিয়ে পড়বে? **[CKRUET' 20-21]**

Sol^n: $m_{bullet}u_{bullet} + m_{bird}u_{bird} = (m_{bullet} + m_{bird})v$

$\therefore v = \frac{m_{bullet}\times u_{bullet}}{m_{bullet}+m_{bird}} = \frac{0.025\times400}{1.975+0.025} = 5\ ms^{-1}$

অনুভূমিকভাবে নিক্ষিপ্ত প্রাসের গতিপথের সূত্র অনুযায়ী,

$h = (v\sin 0°)t + \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$\therefore x = vt = v\sqrt{\frac{2h}{g}} = 5 \times \sqrt{\frac{2\times313.6}{9.8}} = 40$ m **(Ans.)**

03. 2.0 kg ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থায় থাকা আরেকটি বস্তুর সাথে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটালো এবং সংঘর্ষের পর প্রথম বস্তুটি তার আদিবেগের এক- চতুর্থাংশ বেগ নিয়ে একই দিকে চলতে থাকল। আঘাতপ্রাপ্ত বস্তুটির ভর কত? **[BUET'18-19]**

Sol^n: $m_1 = 2kg,\ u_2 = 0ms^{-1};\ v_1 = \frac{u_1}{4}$

$v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1$

$\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{2-m_2}{2+m_2};\ m_2 = 1.2$ kg **(Ans.)**

04. 30kg ভরের একটি শেল 48ms^{-1} বেগে উড়ছে। শেলটি বিস্ফোরিত হয়ে দুই টুকরা হলে 18kg ভরের টুকরাটি স্থির হয়ে যায় এবং বাকী টুকরাটি উঠে যায়। বাকী অংশের বেগ কত? **[BUET'06-07]**

Sol^n: আমরা জানি,

$m_1v_1 + m_2v_2 = MU$

$\Rightarrow (18 \times 0) + (12v_2)$

$= 30 \times 48$

$\Rightarrow v_2 = 120\ ms^{-1}$

দিক: শেলের বেগের দিকে।

(Ans.)

এখানে, $m_1 = 18$ kg

$m_2 = (30 - 18)$kg

$= 12$ kg

$v_1 = 0\ ms^{-1}$,

$U = 48\ ms^{-1}$,

$M = 30$ kg

T-07: রকেটের গতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- m ভরের একটি রকেট হতে $\frac{dm}{dt}$ হারে জ্বালানি নির্গত হয়। রকেটের সাপেক্ষে এই নির্গত জ্বালানির বেগ যদি v_r হয় তাহলে, জ্বালানির নির্গমনের জন্য রকেটের উপরের দিকে ধাক্কা (Thrust) বল কাজ করে। এই ধাক্কা বলের মান, $F_t = v_r\frac{dm}{dt}$
- রকেটের ত্বরণ:
- মনে রাখতে হবে, রকেট অসমত্বরণে চলে।
- রকেট মহাশূন্যে থাকলে, $F_t = v_r\frac{dm}{dt} \therefore a = \frac{1}{m}v_r\frac{dm}{dt}$
- রকেট ভূ-পৃষ্ঠে থাকলে, লব্ধি বল, $F = F_t - mg$ এবং লব্ধি ত্বরণ, $a = \frac{1}{m}v_r\frac{dm}{dt} - g$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. রকেট উড্ডয়নের প্রথম 5 sec এ $\frac{1}{40}$ হারে ভর হারায়, তার ত্বরণ $4ms^{-2}$ হলে, জ্বালানির নির্গমন বেগ কত?

[BUET'24-25]

(a) 160 (b) 332 (c) 552 (d) 768 ⓒ

Solⁿ: $a = \frac{1}{M}\left(\frac{dm}{dt}\right)v - g \Rightarrow a + g = \frac{1}{40}\times v$

$\therefore v = 40\times(4+9.8) = 552\ ms^{-1}$

02. একটি রকেট খাড়াভাবে নিক্ষেপ করা হলে, 2 সেকেন্ডে ভরের $\frac{1}{60}$ অংশ হারায়। গ্যাস নির্গমনের বেগ $3600\ ms^{-1}$ হলে, রকেটের ত্বরণ কত ms^{-2}?

[BUET'24-25; IUT'22-23]

(a) 50.2 (b) 20.2 (c) 32.2 (d) 34.98 ⓑ

Solⁿ: $a = \frac{1}{M}v_r\frac{dm}{dt} - g$

এখানে, $dm = \frac{M}{60}$; $dt = 2$

$= \frac{1}{M}\cdot 3600\times\frac{M}{2\times 60} - 9.8 = 20.2\ ms^{-2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. ঊর্ধ্বমুখে গতিশীল কোনো রকেট যাত্রার ১ম 5 sec এ তার ভরের $\frac{1}{40}$ অংশ হারায়। রকেটটির ত্বরণ $18\ ms^{-2}$ হলে এর পিছন দিয়ে নির্গত গ্যাসের গতিবেগ কত হবে?

[BUTEX'25-26]

Solⁿ: আমরা জানি, $a = \frac{1}{M}\cdot\frac{dm}{dt}\cdot v - g$

$\Rightarrow a + g = \frac{1}{M}\cdot\frac{dm}{dt}\cdot v$

$\Rightarrow (18 + 9.8) = \frac{1}{M}\cdot\frac{M}{40}\cdot\frac{1}{5}\times v$

$\Rightarrow v = (200\times 27.8) = 5560\ ms^{-1}$

$dm = \frac{M}{40}$
$dt = 5\ s$
$g = 9.8\ ms^{-2}$
$a = 18\ ms^{-2}$

∴ গ্যাসের গতিবেগ $5560\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

02. 10,000 kg জ্বালানিসহ একটি রকেটের ভর 15,000 kg। রকেটের জ্বালানি $200\ kgs^{-1}$ হারে পুড়ে এবং গ্যাস $2000\ ms^{-1}$ বেগে নির্গত হয়। রকেটের উপর ধাক্কা কত?

[BUTEX'18-19' 08-09]

Solⁿ: $F_t = v_r\frac{dm}{dt}$

$\Rightarrow F = 2000\times 200 = 4\times 10^5 N$ **(Ans.)**

T-08: জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ

কনসেপ্ট রিভিউ

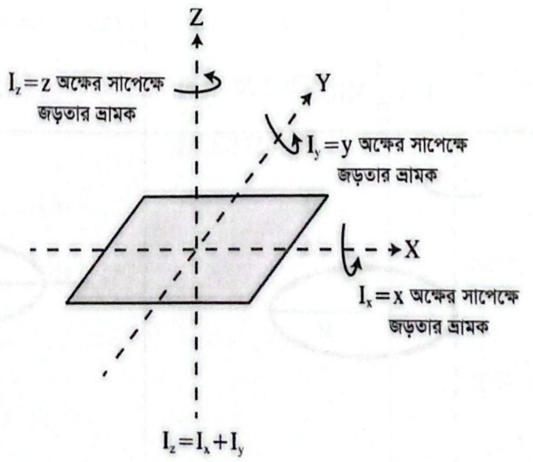

Z
I_z = z অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক
Y
I_y = y অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক
X
I_x = x অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক
$I_z = I_x + I_y$

Fig-01 (লম্ব অক্ষ উপপাদ্য)

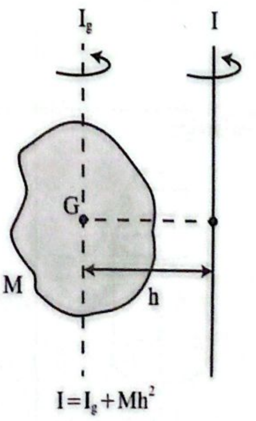
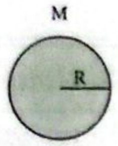
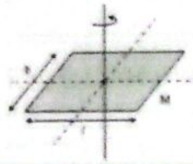


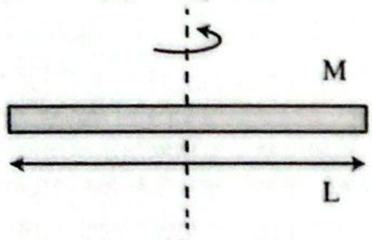
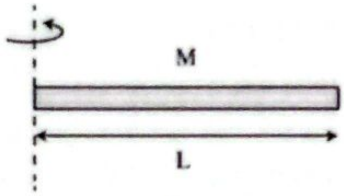
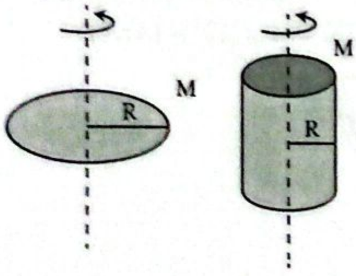
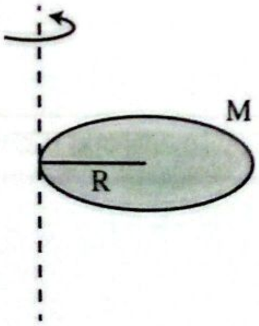
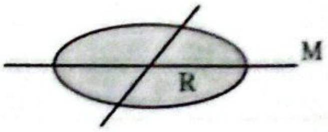
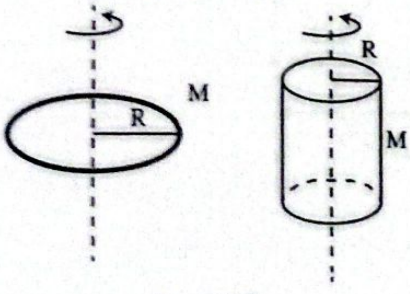
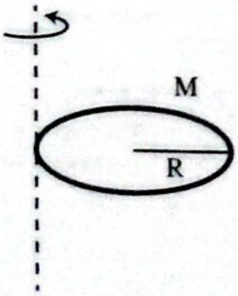
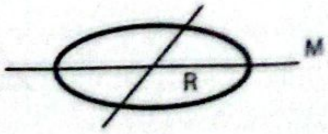
Fig-02 (সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য)

- অভিলম্ব অক্ষ উপপাদ্য: কোন সমতল পাতের তলে পরস্পর লম্বভাবে অবস্থিত দুটি অক্ষ OX এবং OY এর সাপেক্ষে যদি জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I_x ও I_y হয়, তবে ঐ দুই অক্ষের ছেদবিন্দু দিয়ে এবং পাতটির তলের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের পাতটির জড়তার ভ্রামক I_z হবে, $I_z = I_x + I_y$. [শুধুমাত্র দ্বিমাত্রিক বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য]।
- সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য:

  $I = I_g + Mh^2$

  I_g = ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, M = বস্তুর ভর; h = ভরকেন্দ্রগামী অক্ষ থেকে সমান্তরাল অক্ষের দূরত্ব।
- জটিল বস্তুর জন্য কোনো অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক ধাপে ধাপে প্রত্যেক বস্তুর জন্য আলাদা করে বের করবে ।
- ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর জন্য জড়তার ভ্রামক: (সবগুলো ক্ষেত্রে এই ভর সুষমভাবে বণ্টিত)

নিরেট গোলকের ব্যাসগামী অক্ষের সাপেক্ষে	*l* দৈর্ঘ্য ও b প্রস্থের আয়তাকার পাতের ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে,
	
$I = \frac{2}{5}MR^2$	$I = \frac{1}{12}M(l^2 + b^2)$

ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক	প্রান্ত বিন্দুগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক	ব্যাসগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক
(১) সরু সুষম দণ্ড  $I = \frac{1}{12}ML^2$	 $I = \frac{1}{3}ML^2$	
(২) চাকতি/নিরেট সিলিন্ডার  $I = \frac{1}{2}MR^2$	 $I = \frac{3}{2}MR^2$	 $I = \frac{1}{4}MR^2$
(৩) রিং/ফাঁপা সিলিন্ডার  $I = MR^2$	 $I = 2MR^2$	 $I = \frac{1}{2}MR^2$

◆ $I = mK^2$
$K =$ চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $m =$ বস্তুর ভর

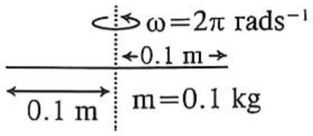
◆ $I = mK^2 \Rightarrow K = \sqrt{\frac{I}{m}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. প্রতিটি 0.1 kg ভরের 2টি ইস্পাত গোলক একটি সরু রড দ্বারা যুক্ত। রডটির দৈর্ঘ্য 0.2 m. গোলক দুটি রডের মধ্যবিন্দুগামী উল্লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে 2π $rads^{-1}$ কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান। গোলক দুটির মোট কৌণিক ভরবেগ কত kgm^2s^{-1}? **[SUST'25-26]**

(a) 0.00628 (b) 0.02512 (c) 0.01256 (d) 0.03768 ⓒ

Sol^n:



$I = mr^2 + mr^2 = 2 \times 0.1 \times 0.1^2 = 0.002 \text{ kg m}^2$

$L = I\omega = (0.002 \times 2\pi) = 0.01256 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$

02. কত gm ভরের একটি বস্তু 2 cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান থাকলে সেটির জড়তার ভ্রামক 2 gm cm^2 হবে? **[SUST'24-25]**

(a) 2 (b) 4 (c) 1 (d) 0.5 ⓓ

Sol^n: $I = mr^2 \therefore m = \frac{I}{r^2} = \frac{2}{2^2} = 0.5$ gm

03. পাতলা ডিস্কের ভর ও ব্যাসার্ধ 2kg ও 50cm হলে, চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? **[BUET'24-25]**

(a) 0.35 m (b) 0.35 cm
(c) 35.35 cm (d) 3.53 cm ⓒ

Sol^n: $I = MK^2 = \frac{1}{2}Mr^2$

$K = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot r = \frac{50}{\sqrt{2}}$ cm $= 35.35$ cm

04. একটি লোহার তৈরি নিরেট চাকতির ব্যাসার্ধ r হলে এর চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? **[BUET'24-25]**

(a) $\frac{r}{\sqrt{2}}$ (b) $\frac{r}{2}$
(c) $\frac{r}{4}$ (d) $\sqrt{2}r$ ⓐ

Sol^n: $I = MK^2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}Mr^2 = MK^2$

$\Rightarrow K = \frac{r}{\sqrt{2}}$

05. একটি 3m দৈর্ঘ্যের সরু সুষম দণ্ডের ভর 4kg দণ্ডটি প্রান্তবিন্দুগামী অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 4 kgm^2 (b) 12 kgm^2
(c) 4 kgm^{-2} (d) 12 kgm^{-2} ⓑ

Sol^n: প্রান্ত বিন্দুর সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক

$= \frac{1}{3}ML^2 = \frac{1}{3} \times 4 \times (3)^2 = 12 \text{ kgm}^2$

06. একটি ফাঁপা সিলিন্ডারের ভর 200 g এবং ব্যাসার্ধ 10 cm। জড়তার ভ্রামক কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) 2×10^{-3} kgm (b) 2×10^{-3} kgm^2
(c) 2×10^{-4} kgm^2 (d) 2×10^{-4} kgm ⓑ

Sol^n: $I = MR^2 = 0.2 \times (0.1)^2 \text{kgm}^2$
$= 2 \times 10^{-3} \text{kgm}^2$

07. A ball of iron of weight 0.05 kg is revolving by fastening it at the end of a thread of length of 2 m. The moment of inertia- (0.05 কেজি ভরের একটি লোহার বল 2 মিটার দৈর্ঘ্যের সুতার সাথে বাঁধা অবস্থায় ঘুরছে। জড়তার ভ্রামক কত-) **[IUT'10-11]**

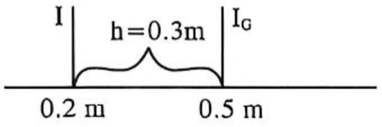
(a) 2 kg-m^2 (b) 0.2 kg-m^2
(c) 0.4 kg-m^2 (d) 1.4 kg-m^2 ⓑ

Sol^n: $I = mr^2 = 0.05 \times 2^2 = 0.2 \text{ kgm}^2$
[বলটিকে বিন্দু ভর বিবেচনা করে।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01. 0.56 kg ভর বিশিষ্ট একটি মিটার স্কেলের 20 cm চিহ্নিত দাগের লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে মিটার স্কেলটির ঘূর্ণন জড়তা নিরূপণ কর। স্কেলটিকে পাতলা রড হিসেবে বিবেচনা কর। **[BUET'19-20]**

Sol^n:



ঘূর্ণন জড়তা $= I_G + Mh^2 = \frac{Ml^2}{12} + Mh^2$

$= \frac{0.56 \times 1^2}{12} + 0.56 \times (0.3)^2 \text{ kgm}^2 = 0.097 \text{ kgm}^2$ **(Ans.)**

02. 4, 5 এবং 6 একক ভরের তিনটি কণার স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $(4, 0, -1)$, $(3, -2, 3)$ এবং $(2, 1, 4)$ হলে z অক্ষের সাপেক্ষে তাদের জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। **[BUET'14-15]**

Solⁿ: 4 একক ভরের, $I'_z = 4 \times (4^2 + 0^2) = 64$ একক

5 একক ভরের, $I'_z = 5 \times (3^2 + (-2)^2) = 65$ একক

6 একক ভরের, $I'_z = 6 \times (2^2 + 1^2) = 30$ একক **(Ans.)**

আবার, 4 একক ভরের চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$K = \sqrt{\frac{I'_z}{m}} = \sqrt{\frac{64}{4}} = 4$ একক **(Ans.)**

5 একক ভরের চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$K = \sqrt{\frac{I'_z}{m}} = \sqrt{\frac{65}{5}} = \sqrt{13}$ একক **(Ans.)**

6 একক ভরের চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$K = \sqrt{\frac{I}{m}} = \sqrt{\frac{30}{6}} = \sqrt{5}$ একক **(Ans.)**

T-09: টর্ক

কনসেপ্ট রিভিউ

$\vec{r}$ = ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বলের প্রয়োগ বিন্দু (P) এর অবস্থান ভেক্টর $\overline{OP}$

$\vec{F}$ = প্রযুক্ত বল, θ = $\vec{r}$ ও $\vec{F}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

$\vec{\tau}$ = উৎপন্ন টর্ক = $\vec{r} \times \vec{F}$

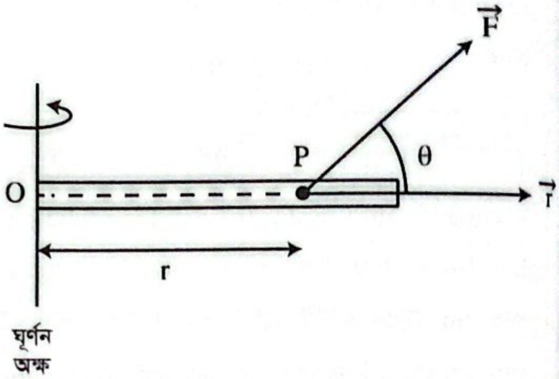
$|\vec{\tau}| = rF\sin\theta$

কৌণিক গতির ক্ষেত্রে, নিউটনের ২য় সূত্রের প্রয়োগ:

$\vec{\tau}_{net} = I\vec{\alpha}$

এখানে, I = জড়তার ভ্রামক

$\vec{\alpha}$ = কৌণিক ত্বরণ



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কার্তেসিয়ান সিস্টেমে একটি কণার অবস্থান $\vec{r}$ ও সেটির উপর ক্রিয়ারত বল $\vec{F}$ এবং উভয়ই xy সমতলে অবস্থিত। যদি কণাটির উপর টর্ক ক্রিয়াশীল হয়, তবে টর্কের মান ও দিক যথাক্রমে **[SUST'25-26]**

(a) $|\vec{r} \times \vec{p}|$, z-অক্ষ বরাবর

(b) $|\vec{r} \times \vec{F}|$, z-অক্ষ বরাবর

(c) $|\vec{r} \times \vec{\omega}|$, y-অক্ষ বরাবর

(d) $|\vec{r} \times \vec{L}|$, y-অক্ষ বরাবর ⓑ

Solⁿ: $|\vec{\tau}| = |\vec{r} \times \vec{F}|$ এর দিক xy তলের উপর লম্ব অর্থাৎ, z-অক্ষ বরাবর।

02. কোনো বস্তুর ভর 70 kg এবং এর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 75cm। এটিকে একটি বৃত্তাকার পথে 25 rads⁻² কৌণিক ত্বরণে ঘোরাতে চাইলে প্রয়োজনীয় টর্ক কত? **[BUET'24-25; BUTEX'16-17]**

(a) 886.25 Nm	(b) 948.375 Nm
(c) 978.375 Nm	(d) 984.375 Nm ⓓ

Solⁿ: $\tau = I\alpha = MK^2\alpha$

$= 70 \times (0.75)^2 \times 25$ Nm $= 984.375$ Nm

03. কোনো দরজার পাল্লা বরাবর $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 7\hat{k}$ পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হলো। ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ হলে টর্ক কত হবে? **[BUET'24-25; CKRUET'20-21]**

(a) $-33\hat{i} - 13\hat{j} - 3\hat{k}$	(b) $-33\hat{i} + 15\hat{j} + 3\hat{k}$
(c) $33\hat{i} + 15\hat{j} + 3\hat{k}$	(d) $33\hat{i} - 15\hat{j} + 3\hat{k}$

Solⁿ: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & -3 & 4 \\ 2 & 3 & 7 \end{vmatrix} = -33\hat{i} + 15\hat{j} + 3\hat{k}$

04. একটি নিরেট চাকতির ভর 2kg এবং ব্যাসার্ধ 0.4 m। একে কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে 2 rad s⁻² ত্বরণে ফেরাতে চাইলে প্রয়োজনীয় টর্ক কত? **[BUET'24-25]**

(a) 0.16 Nm	(b) 0.08 Nm
(c) 0.32 Nm	(d) 0.64 Nm

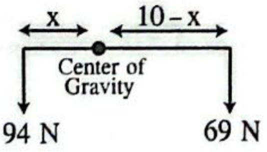
Solⁿ: $\tau = I\alpha = \frac{1}{2}Mr^2\alpha$

$= \frac{1}{2} \times 2 \times (0.4)^2 \times 2 = 0.32$ Nm

05. An irregularly shaped object 10 m long is placed wi each end on two nearby scales. If the scale on the ri reads 94 N and the scale on the left reads 69 N, how f from the left is the object's center of gravity? (Use acceleration due to gravity, $g = 9.8$ ms⁻²)

(একটি 10 m দীর্ঘ অনিয়মিত আকারের বস্তু দুই পাশে রাখা দুটি স্কেলের উপর স্থাপন করা হয়েছে। ডান পাশের স্কেলে পাঠ দেখায় 94 N এবং বাম পাশের স্কেলে পাঠ দেখায় 69 N । বস্তুটির ভারকেন্দ্র বাম দিক থেকে কত দূরে অবস্থিত? (অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$ ব্যবহার করো)) **[IUT'22-23]**

(a) 6.766 m (b) 5.766 m
(c) 7.766 m (d) 8.766 m ⓑ



Sol^n: $\sum\tau = 0$

$\Rightarrow -94x + 69(10 - x) = 0$

$\Rightarrow (94 + 69)x = 690$

$\therefore x = 4.23$ m

$\therefore 10 - x = 5.766$ m **(Ans.)**

06. দ্বন্দ্ব বা যুগল (Couple) বল সৃষ্টি হয় যখন বলদ্বয়- **[BUTEX'12-13]**

(a) সমান (b) সমান্তরাল
(c) বিপরীতমুখী (d) সবকয়টি ⓓ

Sol^n: দ্বন্দ্ব বা যুগলের সংজ্ঞানুসারে বলদ্বয় সমান, সমান্তরাল এবং বিপরীতমুখী হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি চাকার ভর 10 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 30 cm। চাকার জড়তার ভ্রামক এর পরিমাণ কত এবং এতে $4\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ উৎপন্ন করতে টর্কের মান কত হবে? **[BUTEX'25-26, 01-02; BUET'17-18]**

Sol^n: জড়তার ভ্রামক, $I = MK^2 = (10 \times 0.3^2)$
$= 0.9\ kgm^2$

টর্ক, $\tau = I\alpha = (0.9 \times 4) = 3.6$ Nm **(Ans.)**

02. একটি চাকার ভর 5 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.25 m হলে জড়তার ভ্রামক কত? $4rad/s^2$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? **[MIST'22-23]**

সমাধান: $I = MK^2 = 5 \times (0.25)^2$
$= 0.3125 kgm^2$ **(Ans.)**

টর্ক, $\tau = I\alpha = 0.3125 \times 4 = 1.25$Nm **(Ans.)**

03. একটি 8 kg ভরের চাকার চক্রগতির ব্যাসার্ধ 25 cm হলে এর জড়তার ভ্রামক কত হবে? চাকাটিতে $3\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? **[BUET'17-18, BUTEX'01-02]**

Sol^n: দেওয়া আছে, চাকার ভর $m = 8$ kg,
চক্রগতির ব্যাসার্ধ $K = 25$ cm $= 0.25$ m
জড়তার ভ্রামক, $I = mK^2 = 8 \times (0.25)^2 = 0.5\ kgm^2$
কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = 3\ rads^{-2}$
প্রযুক্ত টর্ক, $\tau = I\alpha = 0.5 \times 3 = 1.5$ Nm **(Ans.)**

T-10: কৌণিক ভরবেগ ও এর সংরক্ষণ সূত্র

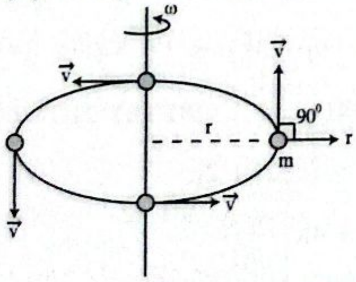
কনসেপ্ট রিভিউ

কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = m(\vec{r} \times \vec{v}) = \vec{r} \times \vec{p}$

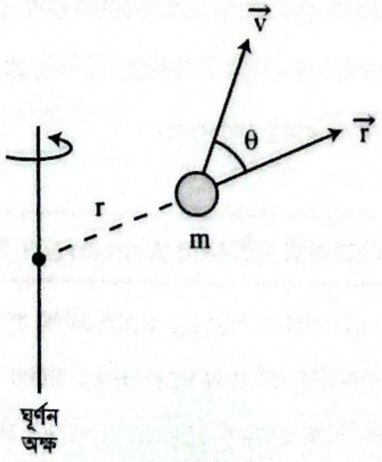
$|\vec{L}| = mvr\sin\theta = m(\omega r)r\sin\theta = m\omega r^2\sin\theta$

$|\vec{L}| = I\omega$ [I = জড়তার ভ্রামক; ω = কৌণিক বেগ]

$\vec{r}$ = ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুর অবস্থান ভেক্টর
$\vec{v}$ = বস্তুর বেগ
θ = $\vec{r}$ ও $\vec{v}$ এর মধ্যে কোণ



বৃত্তাকার পথে সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগ = $mvr = m\omega r^2$



- টর্ক ও কৌণিক ভরবেগের সম্পর্ক: $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
- বাহ্যিকভাবে প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হলে কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে। অর্থাৎ $\vec{L}_1 = \vec{L}_2$।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. কোন ঘূর্ণায়মান কণার উপর প্রযুক্ত টর্ক 6t হলে কণাটির কৌণিক ভরবেগ কত? [SUST'24-25]

(a) $6t^2$ (b) $5t^2$ (c) $4t^2$ (d) $3t^2$ ⓓ

Solⁿ: $\tau = \frac{dL}{dt} \Rightarrow L = \int \tau dt = \int 6t\,dt = 3t^2$

02. The mass of a metallic sphere is 6 g, it is fastened at one end of a thread of length of 3 m and is rotated 4 times per second. What is its angular momentum? (একটি ধাতব গোলকের ভর 6 g, এটিকে 3 m দীর্ঘ একটি সুতার এক প্রান্তে বাঁধা হয়েছে এবং প্রতি সেকেন্ডে 4 বার ঘুরানো হচ্ছে। গোলকটির কৌণিক ভরবেগ কত?) [IUT'21-22]

(a) $2.356\ kgm^2s^{-1}$ (b) $1.356\ kgm^2s^{-1}$

(c) $1.984\ kgm^2s^{-1}$ (d) $2.784\ kgm^2s^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $L = I\omega = mvr = m\omega r^2$

$= 6 \times 10^{-3} \times (2\pi \times 4) \times 3^2\ kgm^2s^{-1}$

$= 1.357\ kgm^2s^{-1}$

03. পৃথিবী-পৃষ্ঠের ওপরে কোন বায়ুমণ্ডল না থাকলে একটি দিবসের সময়ের ব্যাপ্তি- [BUET'11-12]

(a) হ্রাস পাবে (b) বৃদ্ধি পাবে

(c) একই থাকবে

(d) আবহাওয়ার ওপর নির্ভর করবে ⓐ

Solⁿ: কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$। কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা অনুযায়ী, পৃথিবী পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডল না থাকলে পৃথিবীর জড়তার ভ্রামক হ্রাস পেতো এবং কৌণিক বেগ বৃদ্ধি পেতো। কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ । সুতরাং, ω বাড়লে T কমবে অর্থাৎ দিবসের ব্যাপ্তি হ্রাস পাবে।

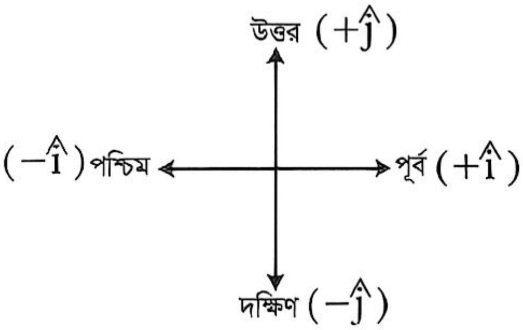
বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি 10 m দৈর্ঘ্য ও 500 kg ভরের নৌকা পূর্ব-পশ্চিম বরাবর বিস্তৃত। নৌকাটির পূর্ব প্রান্ত হতে 50 kg ভরের বালক $4\ ms^{-1}$ বেগে উত্তর দিকে ও কেন্দ্র হতে 40 kg ভরের আরেকজন বালক $5\ ms^{-1}$ বেগে দক্ষিণ দিকে লাফ দেয়। লাফের পরে নৌকার রৈখিক ও কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন কত? [BUET'25-26]

Solⁿ: 50 kg ভরের বালকের বেগ, $\vec{v}_1 = 4\hat{j}\ ms^{-1}$

40 kg ভরের বালকের বেগ, $\vec{v}_2 = -5\hat{j}\ ms^{-1}$

ধরি, লাফের আগে ও পরে নৌকার ভরবেগ হয় যথাক্রমে $\vec{p}_1$ ও $\vec{p}_2$।



∴ রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$\vec{p}_1 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \vec{p}_2$

$\Rightarrow \vec{p}_1 - \vec{p}_2 = 50 \times 4\hat{j} + 40 \times (-5\hat{j})$

$\therefore \Delta\vec{p} = 0$

∴ নৌকার রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন শূন্য।

আবার, কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$\vec{L}_1 = \vec{r}_1 \times m_1\vec{v}_1 + \vec{r}_2 \times m_2\vec{v}_2 + \vec{L}_2$ [$\vec{L}_1$ ও $\vec{L}_2$ যথাক্রমে নৌকার আদি ও শেষ কৌণিক ভরবেগ]

$\Rightarrow \vec{L}_1 - \vec{L}_2 = 5\hat{i} \times (50 \times 4\hat{j}) + \vec{0}$ [কেন্দ্রের সাপেক্ষে, $\vec{r}_1 = 5\hat{i}, \vec{r}_2 = \vec{0}$]

$\therefore \Delta\vec{L} = 1000\,\hat{k}\ kgm^2s^{-1}$

∴ কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন = $1000\ kgm^2\ s^{-1}$।

02. 2 kg ভরের একটি বস্তুর অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = (\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k})m$ এবং বেগ $\vec{v} = (2\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k})ms^{-1}$। বস্তুটির কৌণিক ভরবেগের মান নির্ণয় কর। [BUTEX'21-22, 18-19]

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\vec{r} = \hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{p} = m\vec{v} = 4\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}$

আমরা জানি, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -2 & 2 \\ 4 & -8 & 4 \end{vmatrix}$

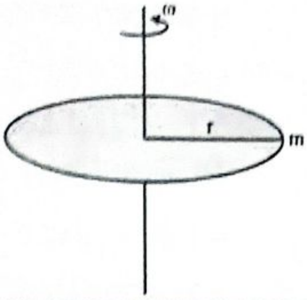
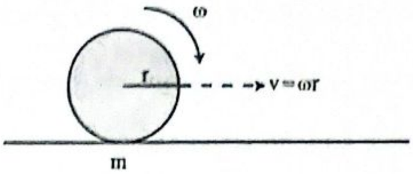
$= \hat{i}(-8 + 16) - \hat{j}\,(4 - 8) + \hat{k}(-8 + 8)$

$= (8\hat{i} + 4\hat{j})\ kgm^2s^{-1}$

$\therefore |\vec{L}| = \sqrt{8^2 + 4^2} = 4\sqrt{5}kgm^2s^{-1}$ **(Ans.)**

T-11: ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

	নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান বস্তু	গড়িয়ে চলা বস্তু
Figure		
ঘূর্ণন গতিশক্তি	$E_r = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mk^2\omega^2$ $[\because I = mk^2]$	$E_r = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mk^2\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2\frac{k^2}{r^2}$ $\left[\because \omega = \frac{v}{r}\right]$
রৈখিক গতিশক্তি	$E_k = 0$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
মোট গতিশক্তি	$E_r + E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mk^2\omega^2$	$E_r + E_k = \frac{1}{2}mv^2\left(\frac{k^2}{r^2} + 1\right)$

◆ কৌণিক ভরবেগ (L) ও কৌণিক গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক: $E = \frac{1}{2}\frac{L^2}{I}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 7 m উঁচু হতে 2 kg ভরের একটি পিতলের নিরেট গোলক একটি তলে গড়াতে গড়াতে ভূমিতে এসে পড়ে। ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির ভরকেন্দ্রের কৌণিক গতিশক্তি কত ছিল? **[CUET'25-26]**

(A solid brass sphere of weight 2 kg falls to the ground from a height of 7 m. What is the angular kinetic energy of the center of mass of the sphere at the moment it hits the ground?)

(a) 39.2 J (b) 49 J (c) 88.2 J
(d) 98 J (e) 196 J ⓐ

Solⁿ: নিরেট গোলকের জন্য গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mr^2\right)\left(\frac{v^2}{r^2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2$$

প্রশ্নমতে, $\frac{7}{10}mv^2 = mgh$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{gh}{7} \times 10 = \frac{9.8\times7}{7} \times 10 = 98\ (ms^{-1})^2$$

∴ কৌণিক গতিশক্তি,

$$E_R = \frac{1}{5}mv^2 = \frac{1}{5} \times 2 \times 98 = 39.2\ J$$

02. I ও 3I জড়তার ভ্রামক বিশিষ্ট দুটি বস্তুর কৌণিক গতিশক্তি সমান। কৌণিক ভরবেগের অনুপাত কত? **[BUET'24-25; CUET'14-15]**

(a) $1:\sqrt{3}$ (b) 3:1 (c) 1:1 (d) 9:1 ⓐ

Solⁿ: $E = \frac{L^2}{2I} \therefore L = \sqrt{2EI}$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{\sqrt{2I_1E_1}}{\sqrt{2I_2E_2}} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \sqrt{\frac{I}{3I}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

03. 2 kg ভরের একটি বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ হতে 1 m দূরত্বে 5 rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘুরলে গতিশক্তি কত হবে? **[RUET'24-25]**

(a) 55 J (b) 35 J (c) 45 J
(d) 15 J (e) 25 J ⓔ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times mr^2 \times \omega^2$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 \times 5^2 = 25\ J$$

04. একটি বিন্দু বস্তুর জড়তার ভ্রামক 5 kgm^2 ও কৌণিক বেগ 65 $rads^{-1}$ হলে, এর (ঘূর্ণায়মান অক্ষের সাপেক্ষে) কৌণিক গতিশক্তি কত? **[BUET'22-23]**

(a) 11.5 kJ (b) 12.6 kJ
(c) 10.6 kJ (d) 9.6 kJ ⓒ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 65^2 J$

$$= 10562.5J \approx 10.6kJ$$

05. The mass of a cylinder is 50 kg and its radius is 0.20 m. The moment of inertia of the cylinder about its axis is 1.0 kgm^2. What is the total kinetic energy of the cylinder when it rolls at a horizontal velocity 2 ms^{-1}?

(একটি সিলিন্ডারের ভর 50 কেজি এবং এর ব্যাসার্ধ 0.20 মিটার। সিলিন্ডারের অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক 1.0 kgm²। সিলিন্ডারটি যখন 2 ms⁻¹ অনুভূমিক বেগে গড়িয়ে পড়ে তখন এর মোট গতিশক্তি কত?) [IUT'22-23]

(a) 150 J (b) 100 J (c) 170 J (d) 180 J ⓐ

Solⁿ: $E = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}I\cdot\frac{v^2}{r^2} + \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mr^2\times\frac{v^2}{r^2} + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv^2\left(\frac{3}{2}\right)$

$= \frac{1}{2}\times 50\times 2^2\times\frac{3}{2} = 150$ J

06. A flywheel is being driven from rest by an electric motor with a constant torque of 25 Nm. The moment of inertia of the flywheel is 5 kg m². What is the kinetic energy of the flywheel after 10 sec? (একটি ফ্লাইহুইলকে একটি ইলেকট্রিক মোটরের মাধ্যমে স্থির অবস্থা থেকে চালনা করা হচ্ছে, যেখানে মোটরের টর্ক ধ্রুবক এবং মান 25 Nm। ফ্লাইহুইলটির জড়তার ভ্রামক হল 5 kg m²। 10 সেকেন্ড পর ফ্লাইহুইলটির গতিশক্তি কত হবে?) [IUT'21-22]

(a) 6250 J (b) 7250 J

(c) 5550 J (d) 7238 J ⓐ

Solⁿ: $\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{25}{5}\text{rads}^{-2} = 5\text{ rads}^{-2}$

$\omega = \alpha t = (5\times 10)\text{rads}^{-1} = 50\text{ rads}^{-1}$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\times 5\times(50)^2\text{ J} = 6250$ J

07. 5 kg ভর ও 0.25 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বেলন 50 rads⁻¹ কৌণিক বেগে গড়াতে থাকলে তার গতিশক্তি কত? [CUET'15-16]

(a) 0.078J (b) 390.63J

(c) 0.78J (d) 585.94J ⓓ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

$= \frac{1}{2}m\omega^2r^2 + \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mr^2\times\omega^2 = \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{4}\right)mr^2\omega^2$

$= \frac{3}{4}mr^2\omega^2 = 585.94$ J

এখানে, সিলিন্ডার (বেলন) ধরা হয়েছে।

08. কোনটি ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি? [BUET'12-13]

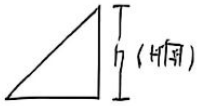
(a) $KE = \frac{1}{2}I\omega$ (b) $KE = \frac{1}{2}I\omega^2$

(c) $KE = I\omega$ (d) $KE = \frac{1}{2}I$ (e) None ⓑ

(খ) বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন সমাধান

01. তিনটি স্থির বস্তু, একটি রিং, একটি নিরেট সিলিন্ডার এবং একটি নিরেট গোলক একই উচ্চতা থেকে স্লিপ না করে নিচের দিকে গড়াতে থাকে। তিনটি বস্তুর ব্যাসার্ধ একই। কোনটি সবচেয়ে বেশি বেগে ভূমিতে পৌঁছাবে? [illegible]

Solⁿ:



রিং, $mgh = \frac{1}{2}mv_R^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_R^2 + \frac{1}{2}mr^2\omega^2$

$\Rightarrow gh = \frac{1}{2}v_R^2 + \frac{1}{2}v_R^2\ [\because v = \omega r]$

$\Rightarrow gh = v^2$

$\Rightarrow v_R = \sqrt{gh}$

নিরেট সিলিন্ডার: $mgh = \frac{1}{2}mv_c^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_c^2 + \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mr^2\omega^2$

$\Rightarrow gh = \frac{1}{2}v_c^2 + \frac{1}{4}v_c^2$

$\Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$

নিরেট গোলক: $mgh = \frac{1}{2}mv_s^2 + \frac{1}{2}\times\frac{2}{5}mr^2\omega^2$

$\Rightarrow gh = \frac{1}{2}v_s^2 + \frac{1}{5}v_s^2$

$\Rightarrow v_s = \sqrt{\frac{10}{7}gh}$

∴ দেখা যাচ্ছে, $v_s > v_c > v_R$

∴ নিরেট গোলক সবচেয়ে বেশি বেগে ভূমিতে পৌঁছাবে (Ans.)।

Shortcut: যার জড়তার ভ্রামক বেশি, তার বেগ কম।

02. 7 meter উঁচু হতে 2 kg ভরের একটি পিতলের নিরেট গোলক একটি নতি তলে গড়াতে গড়াতে ভূমিতে এসে পড়ে। ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির ভরকেন্দ্রের গতিশক্তি ও কৌণিক গতিশক্তি কত ছিল? [g = 9.8 ms⁻²] [BUET'04-05]

Solⁿ: গোলকের জন্য $I = \frac{2}{5}mr^2$ এবং কৌণিক গতিশক্তি

$= \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\times\frac{2}{5}mr^2\omega^2 = \frac{1}{5}mv^2\ [\because v = r\omega]$

এখন, শক্তির নিত্যতা থেকে, $mgh = E_{k_{linear}} + E_{k_{angular}}$

$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2 \Rightarrow gh = \frac{7}{10}v^2$

$v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = 7\sqrt{2}\text{ ms}^{-1}$

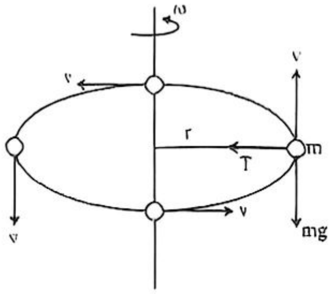
$\therefore E_{k_{linear}} = \frac{1}{2}mv^2 = 98$ J

$E_{k_{angular}} = \frac{1}{5}mv^2 = 39.2$ J (Ans.)

T-12: অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার গতি

কনসেপ্ট রিভিউ

r দৈর্ঘ্যের একটি সুতার সাহায্যে m ভরের বস্তুকে v সুষম দ্রুতিতে অনুভূমিক তলে ঘোরানো হচ্ছে।



কেন্দ্র বরাবর লব্ধি বল = কেন্দ্রমুখী বল

$\Rightarrow T\cos 0° + mg\cos 90° = F_c$

$\Rightarrow T = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$ [T = সুতার টান]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. বৃত্তাকার পথে $72\ \text{kmh}^{-1}$ সমদ্রুতিতে চলমান কোন গাড়ির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ $2\ \text{ms}^{-2}$ হলে বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত মিটার (m)? **[SUST'25-26]**

(a) 400 (b) 200 (c) 100 (d) 50 ⓑ

Solⁿ: $v = 72\ \text{kmh}^{-1} = \frac{72}{3.6}\ \text{ms}^{-1} = 20\ \text{ms}^{-1}$

$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{a_c} = \frac{20^2}{2} = 200$ m.

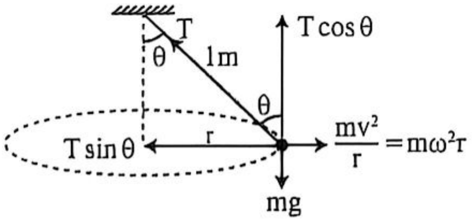
02. কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল F, বেগ দ্বিগুণ করলে কেন্দ্রমুখী বল কত? **[BUET'24-25]**

(a) F (b) 2F (c) 4F (d) 8F ⓒ

Solⁿ: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{mv_2^2}{r}}{\frac{mv_1^2}{r}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 4 \therefore F_2 = 4F$

03. 1 m লম্বা একটি সুতার এক প্রান্ত একটি স্ট্যান্ডে আটকানো আছে এবং অপর প্রান্তে 100 gm এর একটি ভর ঝুলানো আছে। সুতাটি প্রতি সেকেন্ডে অপর প্রান্তের লম্ব অক্ষের স্বাপেক্ষে $\frac{2}{\pi}$ বার ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। ভরটির রৈখিক বেগ নির্ণয় করো। [$g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$] **[CKRUET'23-24]**

(a) $1.22\ \text{ms}^{-1}$ (b) $3.16\ \text{ms}^{-1}$
(c) $4.0\ \text{ms}^{-1}$ (d) $0.28\ \text{ms}^{-1}$
(e) $2.45\ \text{ms}^{-1}$ ⓑ



Solⁿ:

$m = 0.1$ kg; $\omega = \frac{2}{\pi} \times 2\pi = 4\ \text{rad s}^{-1}$

$\sin\theta = \frac{r}{1} \therefore r = \sin\theta$

$\therefore T\cos\theta = mg = 0.98$

$\therefore T\sin\theta = m\omega^2 r = 1.6r = 1.6\sin\theta$

$\therefore T = 1.6\ \text{N} \therefore \theta = \cos^{-1}\left(\frac{0.98}{1.6}\right) = 52.23°$

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta} = \sqrt{1 \times \sin\theta \times g \times \tan\theta}$

$\therefore v = 3.162\ \text{ms}^{-1}$

04. A 60 kg student goes on a ride at an amusement park that spins quickly. Then the floor drops out. If the ride has a radius of 2.5m and makes 10 revolutions in 32.3 s, what is the centripetal force acting on the student? (একজন 60 kg ভরের ছাত্র একটি পার্কের রাইডে ওঠে যা দ্রুত ঘোরে। তারপর রাইডের নিচের মেঝে সরে যায়। যদি রাইডটির ব্যাসার্ধ 2.5m হয় এবং এটি 32.3 s সময়ে 10 বার আবর্তন করে, তাহলে ঐ ছাত্রের উপর কার্যরত কেন্দ্রমুখী বল কত হবে?) **[IUT'18-19]**

(a) 155 N (b) 194 N (c) 232 N (d) 567 N ⓓ

Solⁿ: $\omega = \frac{2\pi N}{t} = 2\pi \times \frac{10}{32.3}$

$F = m\omega^2 r = 60 \times \left(\frac{2\pi\times10}{32.3}\right)^2 \times 2.5 = 567$ N

05. A car is being driven on a road having two distant circular bends B_1 and B_2 of radius R and 3R respectively. If S_1 is the speed of the car at the bend B_1 and S_2 is the speed at the bend B_2, what should the ratio S_1/S_2 be so that the centripetal forces at both bends are equal? (একটি গাড়ি এমন একটি সড়কে চালানো হচ্ছে যেখানে দুটি দূরবর্তী বৃত্তাকার বাঁক রয়েছে - B_1 এবং B_2, যাদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে R এবং 3R। যদি B_1 বাঁকে গাড়িটির দ্রুতি হয় S_1 এবং B_2 বাঁকে হয় S_2, তাহলে উভয় বাঁকে কেন্দ্রমুখী বল সমান হওয়ার জন্য S_1/S_2 এর অনুপাত কত হওয়া উচিত?) **[IUT'17-18]**

(a) 1 (b) $\sqrt{3}$ (c) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (d) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ⓒ

Solⁿ: $F_{c_1} = F_{c_2} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{r_1} = \frac{mv_2^2}{r_2}$

$\Rightarrow \frac{v_1^2}{R} = \frac{v_2^2}{3R} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

06. 50gm ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুকে 3m দীর্ঘ সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি 5 সেকেন্ডে 20 টি পূর্ণ আবর্তন করলে সুতার টান কত? [KUET'16-17]

(a) 0.947N (b) 9.47N (c) 20N

(d) 50N (e) 94.75N ©

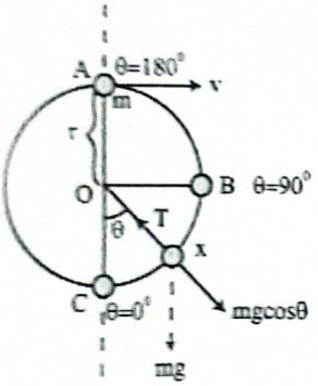
Solⁿ: $T = m\omega^2 r$

$= 50 \times 10^{-3} \times \left(\frac{2\pi \times 20}{5}\right)^2 \times 3$

$= 94.75N$

T-13: উল্লম্ব তলে সুষম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর গতি

কনসেপ্ট রিভিউ



x বিন্দুতে, কেন্দ্র বরাবর লব্ধি বল = কেন্দ্রমুখী বল

$\Rightarrow T_x - mg\cos\theta = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow T_x = mg\cos\theta + \frac{mv^2}{r}$

সর্বোচ্চ বিন্দু A: $\theta = 180°$

$\Rightarrow T_A = \frac{mv_A^2}{r} - mg$

সর্বনিম্ন বিন্দু C: $\theta = 0°$

$\Rightarrow T_C = \frac{mv_C^2}{r} + mg$

B: $\theta = 90°, T_B = \frac{mv_B^2}{r}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. M ভরের ১টি বব 3.5 m দৈর্ঘ্যের সুতায় ঝুলানো আছে। $\frac{M}{5}$ ভরের বুলেট ববকে আঘাত করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। বুলেটের বেগ সর্বনিম্ন কত হলে ববটি উল্লম্বতলে বৃত্তাকার পথে ঘুরে আসবে? [BUET'25-26]

Solⁿ: ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$\frac{M}{5}u + 0 = Mv + \frac{M}{5} \times \frac{u}{2} \Rightarrow \frac{u}{5} = v + \frac{u}{10}$

$\Rightarrow u = 10\,v$ [v = সর্বনিম্ন বিন্দুতে ববের বেগ]

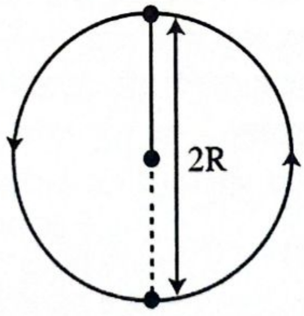
বৃত্তাকার পথে ঘুরে আসতে হলে সর্বোচ্চ বিন্দুতে টান $T = 0$ বা এর চেয়ে বড় হবে, নয়তো সুতা ঢিলা হয়ে পড়ে যাবে।

অর্থাৎ, $T_{min,up} = 0$

∴ সর্বোচ্চ বিন্দুতে, $T + mg = \frac{mv^2}{R}$

$\Rightarrow T_{min,up} + mg = \frac{mv_{min,up}^2}{R}$

$\Rightarrow v_{min,up} = \sqrt{gR}\ [\because T_{min,up} = 0]$



∴ সর্বনিম্ন বিন্দুতে ববের বেগ,

$v_{min,down}$ হলে শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$\frac{1}{2}mv_{min,down}^2 = mg(2R) + \frac{1}{2}mv_{min,up}^2$

$\Rightarrow v_{min,down}^2 = 4\,gR + gR = 5gR$

∴ $v_{min,down} = \sqrt{5gR} = \sqrt{5 \times 9.8 \times 3.5} = 13.1\ ms^{-1}$

∴ বুলেটের সর্বনিম্ন বেগ,

$u_{min} = 10\,v_{min,down}$

$= 10 \times 13.1 = 131\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

T-14: রাস্তার ব্যাংকিং নির্ণয়

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ **Case-01:**

সাইকেলের জন্য: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$ (ঘর্ষণহীন হলে + বেঁকে গেলে)

[এখানে, θ = সাইকেলের সাথে উল্লম্ব রেখার মধ্যবর্তী কোণ।]

◆ **Case-02:**

আরোহীসমেত গাড়ির ভর = m

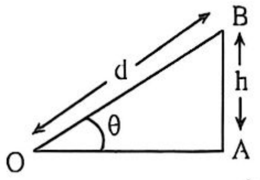
ব্যাংকিং কোণ = θ

রাস্তার প্রস্থ = d

রাস্তার ভেতরের প্রান্ত থেকে বাহিরের প্রান্তের উচ্চতা = h

ঘর্ষণহীন রাস্তায় ব্যাংকিং কোণ:

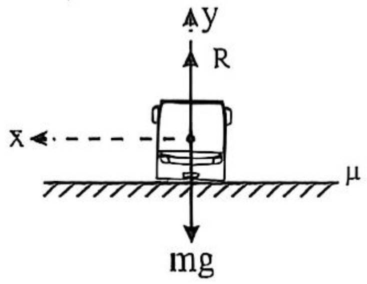
$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$



$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{h}{d}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{h}{\sqrt{d^2-h^2}}\right)$

◆ **Case-03:**

ঘর্ষণযুক্ত সমতল রাস্তায় গাড়ির বাঁক নেয়ার ক্ষেত্রে:



$v \le \sqrt{r\mu g}$; অর্থাৎ বেগের মান $\sqrt{r\mu g}$ অপেক্ষা বেশি হলে দুর্ঘটনা ঘটবে। [ঘর্ষণ গুণাঙ্ক μ]

[Note: এখানে, μ বলতে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ককে বোঝানো হয়েছে।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. রেললাইনের দুটি পাতের মধ্যকার দূরত্ব 1.5 m, উচ্চতা 0.15 m. বাঁকের ব্যাস 98 m হলে, সর্বোচ্চ কত দ্রুতিতে বাঁক নেয়া যাবে? **[BUET'24-25]**

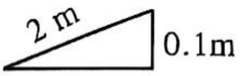
(a) $6.947\ ms^{-1}$ (b) $4.826\ ms^{-1}$

(c) $12.537\ ms^{-1}$ (d) $9.824\ ms^{-1}$ ⓐ

Solⁿ: $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{0.15}{1.5}\right) = 5.74°$

$v = \sqrt{\tan\theta \times rg} = \sqrt{\tan(5.74) \times \frac{98}{2} \times 9.8}$

$= 6.947\ ms^{-1}$

02. 

[BUET'24-25]

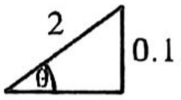
চিত্রের বাঁকানো রাস্তাটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 220m হলে সর্বোচ্চ কত বেগের গাড়ি এর মধ্য দিয়ে নিরাপদে যেতে পারবে?

(a) $10.38\ ms^{-1}$ (b) $7.29\ ms^{-1}$

(c) $11.83\ ms^{-1}$ (d) $10.83\ ms^{-1}$ ⓐ

Solⁿ: $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{0.1}{2}\right) = 2.865°$

$r = 220\ m$



আমরা জানি, $\frac{v^2}{rg} = \tan\theta$

$v = \sqrt{rg\tan\theta}$

$= \sqrt{220 \times 9.8 \times \tan(2.865°)} = 10.38\ ms^{-1}$

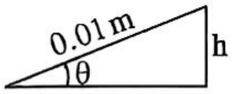
03. মিটারগেজ ট্রেনের বেগ $50.4\ kmh^{-1}$, বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m। সমান্তরাল দুই লাইনের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 cm হলে রেললাইনের একটি পাত ভূমি হতে কত উঁচু হতে হবে? **[BUET'23-24; CKRUET'21-22, 15-16]**

(a) 19.6 mm (b) 1.96 mm

(c) 196 mm (d) 0.196 mm ⓑ

Solⁿ: $\tan\theta = \frac{h}{\sqrt{0.01^2-h^2}}$

$= \frac{v^2}{rg} = \frac{\left(\frac{50.4}{3.6}\right)^2}{100\times9.8}$



$\therefore h = 0.00193\ m \approx 1.96\ mm$

04. একজন সাইকেল আরোহী ঘণ্টায় 24 km বেগে 30 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে মোড় নিচ্ছে। তাঁকে উল্লম্বের সাথে কত কোণে হেলে থাকতে হবে?

[KUET'14-15, 13-14, 12-13; KUET'13-14' 12-13]

(a) 8°36′ (b) 7°56′ (c) 8°56′

(d) 9°2′ (e) 8°41′ ⓐ

Sol^n: $v = 24\text{kmhr}^{-1} = \frac{24}{3.6}\text{ms}^{-1}$

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{\left(\frac{24}{3.6}\right)^2}{30\times9.8} = .15$

$\Rightarrow \theta = 8.59' = 8°36'$

05. কোন সাইকেল আরোহীকে 60m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কত বেগে ঘুরতে হবে যাতে সে উল্লম্ব তলের সঙ্গে 30° কোণে আনত থাকবে? **[RUET'13-14, 10-11]**

(a) 8.18 ms^{-1} (b) 1.88 ms^{-1}
(c) 81.84 ms^{-1} (d) 18.43 ms^{-1}
(e) None ⓓ

Sol^n: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta} = \sqrt{60\times9.8\times\tan30°}$

$= 18.43\text{ms}^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. মিটারগেজ ও ব্রডগেজ রেললাইনের দুটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্বে যথাক্রমে 0.8 m ও 1.1122 m। যে স্থানে বাঁকের ব্যাসার্ধ 500 m, ওই স্থানে লাইনগুলোর মধ্যে উচ্চতার পার্থক্য যথাক্রমে 7 cm এবং 11.37 cm। উভয় ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ নিরাপদ বেগ কত? **[KUET'25-26]**

Sol^n: $\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{7\times10^{-2}}{0.8}\right) = 5.02°$

$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{11.37\times10^{-2}}{1.1122}\right) = 5.867°$

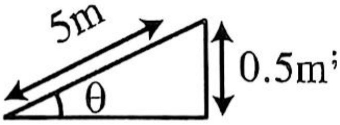
$v_1 = \sqrt{rg\tan\theta_1} = \sqrt{500\times9.8\times\tan5.02°}$

$= 20.7465\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

$v_2 = \sqrt{rg\tan\theta_2} = \sqrt{500\times9.8\times\tan5.867°}$

$= 22.44\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

02. কোনো একটি রাস্তা 5 m চওড়া ও এক পাশ অপর পাশ থেকে 0.5 m উঁচু হলে 50 m ব্যাসার্ধের রাস্তায় সর্বোচ্চ বেগ কত? **[BUET'24-25; RUET'15-16]**

Sol^n: 

; $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{0.5}{5}\right)$

আবার, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\therefore v = \sqrt{rg\tan\left\{\sin^{-1}\left(\frac{0.5}{5}\right)\right\}}$

$= 7.0176\text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

এখানে, $r = 50$ m
$g = 9.8\text{ ms}^{-2}$

03. সমতল রাস্তায় 500 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 25 ms^{-1} বেগে বাঁক নিতে গেলে 900 kg ভরের একটি গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে ক্রিয়াশীল ন্যূনতম স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। [BUTEX'22-23]

Sol^n: আমরা জানি, $v^2 \le \mu rg \Rightarrow \mu \ge \frac{v^2}{rg}$

μ ন্যূনতম হলে, $\mu = \frac{v^2}{rg} = \frac{25^2}{500\times9.8}$ $\therefore \mu = 0.1275$ (Ans.)

04. একটি রেল লাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ 500 m এবং রেল লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m। 54 kmh^{-1} গতিতে চলন্ত রেলগাড়ীর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় ব্যাংকিং এর জন্য রেল লাইনটির বাইরের পাতকে ভিতরের পাত অপেক্ষা কতটুকু উঁচু করতে হবে? [BUET'21-22, CUET'13-14, 08-09, 07-08, BUTEX'11-12, RUET'05-06]

Sol^n: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{\left(\frac{54}{3.6}\right)^2}{500\times9.8}$

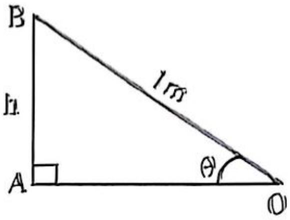
$= 0.0459$

আবার, $\tan\theta = \frac{h}{\sqrt{1^2-h^2}}$

$\Rightarrow 0.0459 = \frac{h}{\sqrt{1^2-h^2}}$

$\therefore h = 0.04587$ m

$= 4.59$ cm (Ans.)

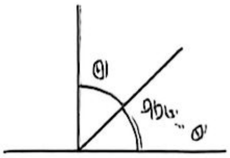


05. 25.2 কিলোমিটার/ঘণ্টা বেগে চলা একজন সাইকেল আরোহী 5m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার মোড় ঘুরছিল। কোন দুর্ঘটনা এড়াতে ভূমির সাথে কতটা হেলে তাকে চলতে হবে? [KUET'04-05]

Sol^n: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right)$

$= \tan^{-1}\left(\frac{7^2}{5\times9.8}\right) = 45°$



এখানে, θ হচ্ছে উল্লম্বের সাথে কোণ।

$\therefore$ ভূমির সাথে $(90-45) = 45°$ কোণে হেলে থাকতে হবে।

(Ans.)

T-15: ভরকেন্দ্রের স্থানাঙ্ক

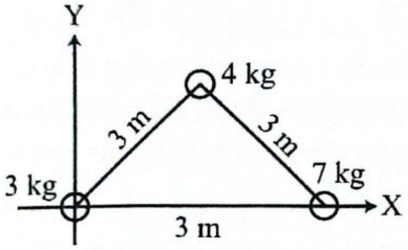
কনসেপ্ট রিভিউ

ভরকেন্দ্রের স্থানাঙ্ক (x, y) হলে, $x = \frac{M_1x_1+M_2x_2+ \text{............} + M_nx_n}{M_1+M_2+ \text{............} +M_n}$

$y = \frac{M_1y_1+M_2y_2+ \text{............} + M_ny_n}{M_1+M_2+ \text{............} +M_n}$ [ভ্যারিগনন এর উপপাদ্য]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. Three masses are placed at the corners of an equilateral triangle as shown below. Find the center of mass of the system. (একটি সমবাহু ত্রিভুজের শীর্ষগুলিতে তিনটি ভর স্থাপন করা হয়েছে যেমনটি নিচে দেখানো হয়েছে। এই ব্যবস্থার ভরকেন্দ্র নির্ণয় কর।) [IUT'23-24]



(a) 2.55 m (b) 1.93 m (c) 0.95 m (d) 3.0 m ⓑ

Sol^n: $x = \frac{m_1x_1+m_2x_2+m_3x_3}{m_1+m_2+m_3}$

$\Rightarrow x = \frac{3\times0+7\times3+4\times1.5}{3+7+4} \therefore x = 1.93 \text{ m}$

$y = \frac{m_1y_1+m_2y_2+m_3y_3}{m_1+m_2+m_3}$

$\Rightarrow y = \frac{3\times0+7\times0+4\times\sqrt{3^2-1.5^2}}{3+7+4} \therefore y = 0.7423$

$\therefore (x, y) = (1.93, 0.7423)$

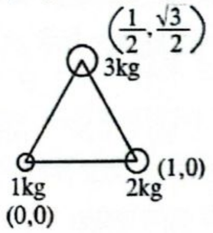
Note: Only co-ordinate of x-axis is given in the options.

02. একটি ভর সিস্টেমের তিনটি ভর যথাক্রমে $m_1 = 1\text{kg}$, $m_2 = 2\text{kg}$ এবং $m_3 = 3\text{kg}$ একটি সমবাহু ত্রিভুজ (প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 1m) এর তিনটি কর্ণারে অধিষ্ঠিত। ইহার ভরকেন্দ্র নির্ণয় কর। [CUET'14-15]

(a) $\left(\frac{3.5}{6}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right)$ or $\left(\frac{\sqrt{3}}{4}, \frac{3.5}{6}\right)$ (b) $\left(\frac{6}{3.5}, \frac{4}{\sqrt{3}}\right)$ or $\left(\frac{6}{3.5}, \frac{4}{\sqrt{3}}\right)$

(c) $\left(\frac{3.5}{4}, \frac{6}{4}\right)$ or $\left(\frac{6}{4}, \frac{3.5}{4}\right)$ (d) $\left(\frac{\sqrt{3}}{3.5}, \frac{2}{3}\right)$ or $\left(\frac{2}{3}, \frac{\sqrt{3}}{3.5}\right)$ ⓐ

Sol^n:



ভরকেন্দ্র $(x, y) \equiv \left(\frac{m_1x_1+m_2x_2+m_3x_3}{m_1+m_2+m_3}, \frac{m_1y_1+m_2y_2+m_3y_3}{m_1+m_2+m_3}\right)$

$\equiv \left(\frac{1\times0+2\times1+3\times\frac{1}{2}}{1+2+3}, \frac{1\times0+2\times0+3\frac{\sqrt{3}}{2}}{1+2+3}\right) \equiv \left(\frac{2+\frac{3}{2}}{6}, \frac{3\frac{\sqrt{3}}{2}}{6}\right)$

$\equiv \left(\frac{7}{12}, \frac{3\sqrt{3}}{12}\right) \equiv \left(\frac{7}{12}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \equiv \left(\frac{3.5}{6}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right)$

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. নির্দিষ্ট ভরের কোনো চাকতির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রমুখী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কতগুণ হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

02. সার্কাস খেলায় একটি বাইক 1200m/min বেগে একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ 200 m হলে বাইকটির কৌণিক বেগ কত? [ইসহাক স্যার]

(a) 0.01 rads^{-1} (b) 0.001 rads^{-1}
(c) 0.1 rad s^{-1} (d) 0.002 rad s^{-1}

03. 5 kg ভর ও 0.25 m ব্যাসার্ধের একটি সিলিন্ডার 50 rads^{-1} কৌণিক বেগে গড়াতে থাকলে তার গতিশক্তি কত হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) 0.078 J (b) 390.63 J
(c) 0.73 J (d) 585.94 J

MCQ উত্তরমালা

01. a	02. c	03. d	

04. একটি ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে 5.2×10^{-11} m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে 2.18×10^{6} ms^{-1} বেগে আবর্তিত হচ্ছে। ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31} kg হলে কেন্দ্রমুখী বলের মান কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 3.82×10^{-6} N (b) 8.32×10^{-8} N
(c) 3.82×10^{-8} N (d) 8.32×10^{-9} N

05. 70 kg ভরের একজন প্যারাসুট ব্যবহারকারী সমবেগে নিচের দিকে নামছেন। তাঁর উপরে বায়ুর বাধা– [ইসহাক স্যার]
(a) 753 N (b) 720 N (c) 686 N (d) 700 N

06. 2400 J কৌণিক গতিশক্তিবিশিষ্ট একটি চাকা প্রতি মিনিটে 602 বার ঘুরে। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 0.605 kg m^2 (b) 0.828 kg m^2
(c) 1.21 kg m^2 (d) 76.14 kg m^2

07. 2 ms^{-2} ত্বরণে উপরে উঠন্ত একটি লিফটে একটি লোক দাঁড়ানোর ফলে ঊর্ধ্বমুখী বল 1180 N হলে লোকটির ভর হবে- [তপন স্যার]
(a) 50 kg (b) 100 kg
(c) 60 kg (d) কোনোটিই নয়

08. একটি লিফট 1 ms^{-2} ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 65 kg হলে তিনি যে বল অনুভব করবেন- [তপন স্যার]
(a) 350 N (b) 572 N (c) 250 N (d) 637 N

09. একজন নৃত্যশিল্পী I জড়তার ভ্রামক নিয়ে একটি উল্লম্ব অক্ষের চারদিকে 20 rads^{-1} কৌণিক বেগে ঘুরছে। যদি সে হঠাৎ করে কৌণিক বেগ পরিবর্তন করে 10 rads^{-1} হয়, তবে নতুন জড়তার ভ্রামক কত হবে? [তপন স্যার]
(a) 2I (b) $\frac{1}{2}$ (c) 3I (d) $\frac{1}{3}$

10. 1000 kg ভরের একটি উড়োজাহাজ স্থির বেগে সোজা পথে উড্ডয়ন করছে। বাতাসের ঘর্ষণ বল 1800 N, উড়োজাহাজটির উপর প্রযুক্ত নিট বল হবে- [তপন স্যার]
(a) 0 N (b) 11800N (c) 1800 N (d) 9800 N

11. অনুভূমিক মেঝেতে স্থিরাবস্থায় 800 N ওজনের একটি ঝুড়িকে সরাতে কমপক্ষে 200 N অনুভূমিক ধাক্কার প্রয়োজন। স্থিরাবস্থায় ঘর্ষণ সহগের মান- [তপন স্যার]
(a) 0.25 (b) 0.125 (c) 0.50 (d) 4.00

12. 3 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 10 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি 3 ms^{-2} ত্বরণে চলতে থাকে। বস্তুটির উপর কত ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করছে? [তপন স্যার]
(a) 16 N (b) 13 N (c) 6 N (d) 1 N

13. একটি লৌহ বলয় একটি অনুভূমিক মসৃণ তলে ω সমকৌণিক বেগে গড়িয়ে চলছে। এর ভর M এবং ব্যাসার্ধ r। বলয়টির মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। [তপন স্যার]
(a) $\frac{1}{2}Mr\omega^2$ (b) $Mr^2\omega^2$
(c) $Mr^2\omega$ (d) $\frac{1}{4}Mr\omega^2$

14. 5.0 N এর একটি অনুভূমিক বল একটি 0.50 kg ভরের আয়তাকার বস্তুকে একটি উল্লম্ব দেওয়ালে ধাক্কা দিচ্ছে। বস্তুটি আদিতে স্থির ছিল। যদি স্থৈতিক ও গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক যথাক্রমে $\mu_s = 0.6$ এবং $\mu_k = 0.8$ হয়, তবে ms^{-2} এককে বস্তুটির ত্বরণ কত? [প্রামাণিক স্যার]
(a) 1.8 (b) 2.0 (c) 6.0 (d) 8.0

15. একটি সুতার একপ্রান্তে একটি বস্তুকে বেঁধে উল্লম্বভাবে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বৃত্তের সর্বোচ্চ বিন্দুতে বস্তুটির বেগ $\sqrt{3gr}$ (r = বৃত্তের ব্যাসার্ধ এবং g অভিকর্ষজ ত্বরণ) হলে, বৃত্তের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন বিন্দুতে সুতার টানের অনুপাত কত হবে? [প্রামাণিক স্যার]
(a) 1:2 (b) 1:8 (c) 1:4 (d) 1:7

16. 3 kg ভরের একটি গতিশীল কণার গতিবেগ $\vec{v} = 2\hat{i} - 2\hat{j} +$ এবং কণার অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = \hat{i} - \hat{j}$ হলে মূলবিন্দু সাপেক্ষে এর কৌণিক ভরবেগ ($\vec{L}$) কত? [সেলু স্যার]
(a) $\vec{L} = -3\hat{i} - 3\hat{j}$ (b) $\vec{L} = 3\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$
(c) $\vec{L} = 2\hat{i} - 4\hat{j} - \hat{k}$ (d) $\vec{L} = 4\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$

17. 100 m ব্যাসের বৃত্তাকার পথে কোনো মোটর সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘুরালে উল্লম্ব তলের সাথে তিনি 45° কোণে আনত থাকবেন? [সোমু স্যার]
(a) 1.1359 m s^{-1} (b) 22.1359 m s^{-1}
(c) 16.1359 m s^{-1} (d) 33.1359 m s^{-1}

18. একটি নল থেকে 2 ms^{-1} বেগে পানি বের করে একটি দেয়ালকে আঘাত করছে। নলের প্রস্থচ্ছেদ হচ্ছে 0.03 m^2। ধরা যাক, পানি দেয়াল থেকে ফিরে আসছে না। দেয়ালের উপর পানি কি পরিমাণ বল প্রয়োগ করছে? [সোমু স্যার]
(a) 1000 N (b) 300 N (c) 240 N (d) 120 N

19. m_1 ভরের এবং v_1 বেগের একটি কণা একই ভরের স্থির আরেকটি কণাকে ধাক্কা দিল। ধাক্কাটি স্থিতিস্থাপক হলে, ধাক্কার পর দ্বিতীয় কণার বেগ হবে- [তাহমিদুল স্যা
(a) $2v_1$ (b) v_1 (c) $-v_1$ (d) 0

20. 1.2ms^{-2} ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী লিফটের তলা হতে 1.5 m উঁচুতে অবস্থিত 5 kg ভরের কোনো বস্তুকে পড়তে দিলে তা কত সময় পর লিফটের তলদেশে পৌঁছাবে?
(a) 0.522s (b) 0.553s (c) 0.59s (d) 1.53s

MCQ উত্তরমালা

04. b	05. c	06. c	07. b	08. b
09. a	10. a	11. a	12. d	13. b
14. a	15. c	16. a	17. b	18. d
19. b	20. a			

21. 2 kg ভরের একটি বস্তু 30° নতি কোণ বিশিষ্ট আনত তলের উপর স্থির আছে। আনত তলের ও বস্তুর স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক 0.7 হলে বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল হবে

(a) $9.8 \times 0.7 \times \sqrt{3}$ N (b) 9.87 N
(c) $9.8 \times \sqrt{3}$ N (d) 9.8×0.7 N

22. 50 m ব্যাসার্ধের অনুভূমিক বাঁকের রাস্তায় সর্বোচ্চ কত দ্রুতিতে মোড় নেওয়া সম্ভব হবে, $\mu_s = \sqrt{3}$?

(a) 22.135 ms^{-1} (b) 29.132 ms^{-1}
(c) 490 ms^{-1} (d) 848.7 ms^{-1}

23. 4 kg ভরের মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু যদি 5th ও 8th সেকেন্ডে যথাক্রমে 44.1 m এবং 73.5 m দূরত্ব অতিক্রম করে, তবে ক্রিয়াশীল বলের মান কত?

(a) 28.5 N (b) 28.8 N (c) 29.1 N (d) 29.4 N

24. কোনো বস্তুর উপর 3 m দূরে 6 N মানের দুটি বিপরীত সমান্তরাল বল প্রয়োগে বস্তুটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরতে শুরু করে। দ্বন্দ্বের ভ্রামক কত?

(a) 9 Nm (b) 18 Nm (c) −9 Nm (d) −18 Nm

25. m ভরের স্থির বস্তুর উপর F বল t সময় ধরে ক্রিয়া করায় এর সরণ x, শেষবেগ v এবং শেষ ভরবেগ p হলে নিচের কোনটি সত্য?

(a) $x = \frac{mv^2}{F}$ (b) $x = \frac{v}{F}$ (c) $x = \frac{1}{2}\frac{p^2}{mF}$ (d) $x = \frac{1}{2}\frac{p}{F}$

26. বৃত্তাকার পাতের ব্যাসার্ধ 0.3 m, প্রতি বর্গমিটারের ভর 0.1 kg. এর কেন্দ্র দিয়ে এবং তলের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত?

(a) 25.4×10^{-14} kgm^2 (b) 15×10^{-3} kgm^2
(c) 8×10^{-3} kgm^2 (d) 12.7×10^{-4} kgm^2

27. 1 kg ভরের বস্তু 1 m উচ্চতা থেকে পড়ে ভূমিতে আঘাত করে 0.75 m উঁচুতে উঠে। ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পরমুহূর্তে ভরবেগের পরিবর্তন কত?

(a) 17.15 kgms^{-1} (b) 8.621 kgms^{-1}
(c) 8.261 kgms^{-1} (d) 6.921 kgms^{-1}

28. সাইক্লোট্রন নামক একটি চুম্বক যন্ত্রে প্রোটন 80 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরে। একটি তড়িৎ চুম্বক বৃত্তের কেন্দ্রের দিকে 8×10^{-13} N বল সরবরাহ করে। প্রোটনের ভর 1.67×10^{-27} kg হলে এর বেগ কত?

(a) 2.96×10^{7} ms^{-1} (b) 1.96×10^{7} ms^{-1}
(c) 3.96×10^{7} ms^{-2} (d) 4.96×10^{7} ms^{-1}

29. একটি কণার অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং রৈখিক ভরবেগ $\vec{p} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$; কণাটির কৌণিক ভরবেগ কত?

(a) $25\hat{i} - 2\hat{j} - 14\hat{k}$ (b) $20\hat{i} + 4\hat{j} - 8\hat{k}$
(c) $8\hat{i} + 16\hat{j} - 4\hat{k}$ (d) $\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$

30. একটি চাকতির ব্যাস 2 m ও ভর 20 kg। 1800 rpm কৌণিক দ্রুতিতে চাকতির কৌণিক ভরবেগ কত হবে?

(a) 1000 $\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$ (b) 1500 $\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$
(c) 1785 $\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$ (d) 1885 $\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

MCQ উত্তরমালা

21. a	22. b	23. d	24. d	25. c
26. d	27. c	28. b	29. a	30. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে একটি মেঝের ওপর দিয়ে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে একটি রশির সাহায্যে সমবেগে টেনে নেওয়া হচ্ছে। মেঝের সাথে বস্তুর ঘর্ষণ বল 8 N হলে- [ইসহাক স্যার]

(a) রশির টান কত? [Ans. 9.238 N]

(b) বস্তুটির ওপর মেঝের প্রতিক্রিয়া বল কত? [Ans. 93.3812 N]

02. 40 g ভরের একটি গুলি 400 ms^{-1} প্রাথমিক বেগে একটি দেওয়ালকে 4×10^4 N গড় বলের সাহায্যে ভেদ করে 40 ms^{-1} বেগে তা দেওয়াল থেকে নির্গত হয়। দেওয়ালটির বেধ কত? অন্য একটি গুলি একই প্রাথমিক বেগ ও একই বল নিয়ে দেওয়ালটিকে ভেদ করতে পারে না। গুলিটির সর্বোচ্চ ভর কত? [ইসহাক স্যার] [Ans. 0.0792m, 39.6 g]

03. 0.20 kg ভরের একটি ক্রিকেট বল 20 ms^{-1} বেগে ছুটে আসছিল। ব্যাটের সাহায্যে বলটিকে 60° কোণে একই বেগে বিক্ষিপ্ত করলে বলটির ওপর কত ঘাত প্রযুক্ত হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans. $4\sqrt{3}$ kgms^{-1}]

04. 65 kg ভরের এক ব্যক্তি ভূপৃষ্ঠের 5 m ওপর থেকে লাফিয়ে পড়ল। ভূমি স্পর্শ করার সময় হাঁটু ভাঁজ না করলে তার শরীর মাত্র $\frac{1}{8}$ s-এ স্থির হয়। তবে ভূমি স্পর্শ করার সময় হাঁটু ভাঁজ করলে তার শরীর স্থির হতে 1 s সময় নেয়। উভয় ক্ষেত্রে ভূপৃষ্ঠ ব্যক্তিটির ওপর কত বল প্রয়োগ করে? ($g = 10$ ms^{-2}) [ইসহাক স্যার] [Ans. 5200 N, 650 N]

05. রফিক একটি বালতিতে সামান্য পানি নিয়ে এর হাতল ধরে 1.5 m ব্যাসার্ধের উল্লম্ব বৃত্তাকার তলে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরাচ্ছে। তা দেখে সফিক বালতিটিকে একইভাবে আরও ধীরে ঘুরানোর চেষ্টা করায় বালতিটির পানি পড়ে গেল। উল্লেখ্য পানিসহ বালতির ভর 2 kg এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। [ইসহাক স্যার]

(a) রফিক বালতিটি ঘুরানোর সময় সর্বোচ্চ কত টান অনুভব করেছিল? [Ans. 286.08 N]

(b) সফিক কমপক্ষে কত কৌণিক বেগে বালতিটিকে উল্লম্ব তলে ঘুরালে বালতিটিটির পানি পড়বে না? [Ans. 2.56 rad s^{-1}]

06. 10 kg ভরের একটি বস্তু A, $\vec{u}_1 = (\hat{i} + 4\hat{j} - 6\hat{k})$ গতিবেগে চলে $\vec{u}_2 = (\hat{i} + \hat{j})$ গতিবেগে ধাবমান 20 kg ভরের একটি বস্তু B-এর সাথে অস্থিতিস্থাপক সংঘাতের পর পরস্পরের সাথে আটকে গেল। সংঘাতের পর A ও B বস্তুর মিলিত গতিবেগ কত হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans. $\hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$]

07. 5 kg ভরের একটি বন্দুকের নল থেকে 8 g ভরের একটি গুলি নির্গত হলে বন্দুকের প্রতিক্ষেপ বেগ 64 ms^{-1} হয়। গুলির প্রাথমিক বেগ কত? গুলি লক্ষ্যবস্তুর মধ্যে 50 cm প্রবেশ করে স্থিরাবস্থায় আসে। গুলির ওপর প্রযুক্ত বাধা নির্ণয় কর।

[ইস্‌হাক স্যার] [Ans. $4 \times 10^4\ \text{ms}^{-1}$, 1.28×10^7 N]

08. 50 g ভরের একটি মার্বেল 5 m উচ্চতা থেকে একটি অনুভূমিক তলে পড়ল এবং প্রতিক্ষিপ্ত হয়ে 3.2 m উঁচুতে উঠল। সংঘর্ষটি $\frac{1}{10}$ s স্থায়ী হলে তল দ্বারা প্রযুক্ত বল ও ওই বলের ঘাত কত? ($g = 10\ \text{ms}^{-2}$) [ইস্‌হাক স্যার] [Ans. 9N, 0.9 kgms^{-1}]

09. একটি ক্রিকেট বলের ভর 30 g। 60 ms^{-1} বেগে গতিশীল বলটি একটি ক্রিকেট ব্যাট দ্বারা আঘাত পেয়ে 30 ms^{-1} বেগে ফিরে এল। ব্যাট দ্বারা ক্রিকেট বলের ওপর প্রযুক্ত বলের ঘাত নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] [Ans: 2.7 kgms^{-1}]

10. রেল লাইনের একটি বাঁকের ব্যাসার্ধ 98 m এবং লাইনের দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.525 m। ভিতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাত কতখানি উঁচু হলে বাহিরের পাতে কোনোরূপ চাপ প্রয়োগ না করে একটি ট্রেন 9.8 ms^{-1} দ্রুতিতে বাঁক নিতে পারবে? [ইস্‌হাক স্যার] [Ans. 0.1517 m]

11. রেল লাইনের একটি হুইলের কৌণিক বেগ 2π rad s^{-1} হতে 6π rad s^{-1}-এ উন্নীত করতে 100 J কাজ সম্পন্ন করতে হয়। হুইলটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]

[Ans. 0.633 kgm^2]

12. 20 kg ভরের একটি নিরেট চোঙ নিজ অক্ষ সাপেক্ষে 100 rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘুরছে। চোঙটির ব্যাসার্ধ 0.25 m। চোঙটির ঘূর্ণন গতিশক্তি ও কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] [Ans. 3125 J, 62.5 $\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$]

13. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ 7000 km ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। উপগ্রহটির পর্যায়কাল 2h হলে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কত? [ইস্‌হাক স্যার] [Ans. 5.33 ms^{-2}]

14. একটি চাকার ভর 5 kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.2 m। এর জড়তার ভ্রামক কত? চাকাটিতে 2 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? [ইস্‌হাক স্যার] [Ans: 0.2 kgm^2, 0.4 Nm]

15. মাঠের মধ্য দিয়ে গড়িয়ে যাওয়া 0.5 kg ভরের একটি ফুটবল 50 m দূরত্বে গিয়ে থেমে গেলো। ফুটবলটির প্রাথমিক বেগ 30 ms^{-1} হলে ঘর্ষণ বলের মান কত?

[তপন স্যার] [Ans. 4.5 N]

16. স্কেটিং জুতা পায়ে দাঁড়ানো রুমার কাছে নয়ন 3.3 kg ভরের একটি বল ছোঁড়ে। রুমার ভর 48 kg। বলটি লোফার সাথে সাথে রুমা 0.32 ms^{-1} বেগে গতিশীল হয়। রুমা যখন ধরে তখন বলটির বেগ কত ছিল? [তপন স্যার]

[Ans. $u_2 = 4.97\ \text{ms}^{-1}$]

17. 150 kg ভরের একটি ব্লককে একটি অনুভূমিক টেবিলের ওপর রাখা হলো। একটি স্প্রিং নিক্তিকে ব্লকটির সাথে আটকে ক্রমাগত বল বৃদ্ধি করে ব্লকটিকে টানা হলো। যে মুহূর্তে ব্লকটি গতিশীল হওয়ার উপক্রম হলো সেই মুহূর্তে স্প্রিং নিক্তির পাঠ পাওয়া গেলো 100 N। ঘর্ষণ গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [তপন স্যার]

[Ans. 0.068]

18. গাছে বসা 1.975 kg ভরের একটি পাখিকে 0.025 kg ভরের একটি বুলেট 400 ms^{-1} অনুভূমিক বেগে আঘাত করে পাখিটির ভেতরেই রয়ে গেল, পাখির অনুভূমিক বেগ নির্ণয় করো। ডালটি মাটি হতে 313.6 m উপরে হলে পাখিটি কত দূর সামনে গিয়ে মাটিতে পড়বে?

[প্রামাণিক স্যার] [Ans. 5 ms^{-1}, 40 m]

19. একটি অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে নত তলের উপর 2 kg ভরের কোন ব্লককে গতিশীল করতে উপরের দিকে তলের সমান্তরালে 18 N বলের প্রয়োজন হয়। ব্লক ও তলের মধ্যকার μ_s কত? এর পর যদি 15 N মানের একটি তলের সমান্তরাল বল বস্তুটিকে সুষম বেগে গতিশীল রাখে তাহলে ব্লক ও তলের মধ্যে μ_k কত? [প্রামাণিক স্যার][Ans. $\mu_s = 0.48, \mu_k = 0.306$]

20. 400 kg ভর এবং 1 m ব্যাসার্ধের একটি নিরেট গোলক 2 ms^{-1} বেগে গড়িয়ে চলছে। এর মোট গতিশক্তি কত?

[প্রামাণিক স্যার] [Ans. 1120 J]

21. একটি পানি ভর্তি বালতিকে 2.45 m লম্বা দড়ি দ্বারা বেঁধে উলম্বতলে বৃত্তাকারে ঘোরানো হচ্ছে। প্রতি মিনিটে সর্বনিম্ন কতবার ঘোরালে উপুড় হওয়া সত্ত্বেও বালতি থেকে কোনো পানি পড়বে না? [প্রামাণিক স্যার] [Ans. 19]

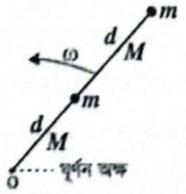
22. একটি ভারী স্থির চাকাতে 1560 Nm টর্ক প্রয়োগ করে 0.73 rads^{-1} কৌণিক বেগ সৃষ্টি করতে কত সময় লাগবে? চাকাটির জড়তার ভ্রামক 9100 kgm^2। [প্রামাণিক স্যার]

[Ans. 4.2583 s]

23. 500 g ভরের একটি বস্তু 2m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তন করছে। আবর্তনকাল 10 s হলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। [সেলু স্যার] [Ans: 1.256 kg m^2s^{-1}]

24. 10 kg ভরের একটি বাক্সের সাথে রশি বেঁধে রশিটিকে একটি ঘরের মেঝের সাথে 30° কোণে টানা হচ্ছে। বাক্সটি মেঝের উপর সম-বেগে চলছে। বাক্স ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল 10 N হলে রশির টান কত? [Ans: 11.55 N]

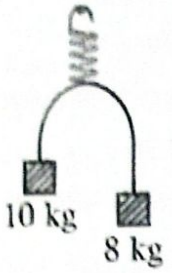
25.



m = 0.85 kg ভরের দুটি কণা O বিন্দু সাপেক্ষে দুটি চিকন রডদ্বারা সংযুক্ত এবং O বিন্দুগামী ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরতে পারে। রডদ্বয়ের প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য, d = 5.6 cm এবং ভর M = 1.2 kg। এই সম্পূর্ণ ব্যবস্থাটি $\omega = 0.30$ rad s^{-1} কৌণিক বেগে ঘুরছে। O এর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং গতিশক্তি বের কর।

[Advanced][Ans: 0.023 kgm^{-2}; 1.05×10^{-3}]

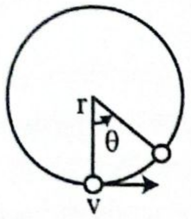
26. একটা বলক্ষেত্রের ক্রিয়ায় m ভরের একটি বস্তু কণা $\vec{r} = (\hat{i}a\cos\omega t + \hat{j}b\sin\omega t)$ দ্বারা নির্দিষ্ট একটি উপবৃত্তাকার পথে গতিশীল। মূলবিন্দুর সাপেক্ষে কণাটির কৌণিক ভরবেগ কত? **[Ans. $mab\omega\hat{k}$]**

27. 

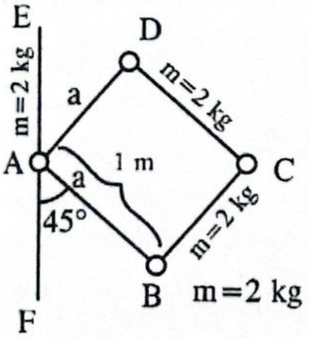
চিত্রের স্প্রিং নিক্তিতে ব্লক দুইটি গতিশীল অবস্থায় কত ওজন দেখাবে? **[Ans. 174.22 N]**

28. দুইটি নৌকা পরস্পর মুখোমুখিভাবে অবস্থিত। প্রথম নৌকায় 50 kg ভরের ব্যক্তি স্থির ভাবে দাঁড়িয়ে দ্বিতীয় নৌকায় বসে থাকা 60 kg ভরের ব্যক্তির দিকে 10 kg এর একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে ছুড়ে মারে। ১ম ও ২য় নৌকার শেষ বেগ কত ও কোন দিকে? (নৌকার ভর 40 kg) **[Ans. ১ম নৌকার শেষবেগ = 0.22ms^{-1}; ২য় নৌকার শেষবেগ = -0.181ms^{-1}]**

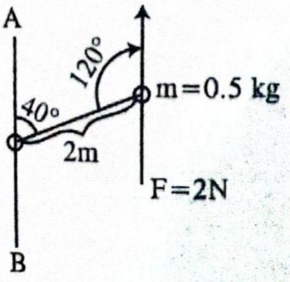
29. 100 kg ও 50 kg ভরের ২ বন্ধু মসৃণ তলে 100 m দূরত্বে স্থির দাঁড়িয়ে একটি রশি দিয়ে একে অপরকে টানা শুরু করল। 100 kg ভরের বন্ধুর আদি স্থান থেকে কত দূরে তারা মিলিত হবে। **[Ans. 33.33 m]**

30. 

সর্বনিম্ন বিন্দুতে বেগ v হলে θ কোণে বিচ্যুত অবস্থায় সুতার টান কত? **[Ans. $\frac{mv^2}{r} + 3\,mg\cos\theta - 2mg$]**

31. 

A, B, C ও D বিন্দুগুলোতে 2 kg এর বিন্দু ভর আছে। ABCD বর্গাকার কাঠামো হলে EF অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র সিস্টেমের জড়তার ভ্রামক কত? **[Ans. 6 kgm^2]**

32. 

m ভরের বস্তুটির AB অক্ষের সাপেক্ষে কৌণিক ত্বরণ, α =? **[Ans. 4.192 rads^{-2}]**

33. 8 cm ব্যাসের একটি হোস পাইপ অনুভূমিকভাবে একটি খাড়া দেওয়ালের ওপর 8 ms^{-1} বেগে পানি ফেলছে। আঘাতের পর দেওয়ালের লম্ব দিকে পানির বেগ শূন্য হলে দেওয়ালে কত বল ক্রিয়া করে? (পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}) **[ইসহাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 321.69 N]**

34. মেঝের উপর রাখা 100kg ভরের একটি কাঠের বাক্সকে একটি রশির সাহায্যে গতিশীল করতে চেষ্টা করা হচ্ছে। রশিটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে টানলে এবং বাক্সের ও মেঝের মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.4 হলে, রশির উপর টান কত হলে বাক্সটি গতিশীল হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans. 367.72N]**

35. একটি 5.50-kg ব্লকের উপর একটি 4.40-kg ভরের ব্লক রাখা হলো। নিচের ব্লকটিকে স্থির রেখে উপরের ব্লকটিকে পিছলে গতিশীল করতে হলে উপরের ব্লকে 12.0 N অনুভূমিক বল প্রয়োগ করতে হয়। এখন ব্লক দুটিকে একটি অনুভূমিক ঘর্ষণহীন টেবিলের উপর রাখা হলো।

(a) নিচের ব্লকের উপর সর্বোচ্চ কত অনুভূমিক বল F প্রয়োগ করলে ব্লক দুটি একত্রে গতিশীল থাকবে? .

(b) এর ফলে ব্লকদ্বয়ের ত্বরণ কত হবে?

(c) ব্লক দুটির মধ্যকার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কত? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02]**

36. ভূমির সাথে 30° কোণে আনত একটি মসৃণ তলের শীর্ষে একটি ঘর্ষণবিহীন কপিকল যুক্ত আছে। একটি সুতায় $m_1 = 2$ kg ভরের একটি বস্তু খাড়াভাবে ঝুলিয়ে কপিকলের ওপর দিয়ে নিয়ে এর অপর প্রান্তের সাথে $m_2 = 3$ kg ভরের অপর একটি বস্তু যুক্ত করা হলো। m_2 ভরের বস্তুটিকে নত তলের ওপর রাখলে, এদের ত্বরণ কত হবে? **[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. 0.98 ms^{-2}]**

37. 5 kg ভরের একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে x অক্ষ বরাবর এসে 3kg ভরের আরেকটি স্থির বস্তুকে ধাক্কা মারে। ধাক্কার পর 5 kg ভরের বস্তুটি x অক্ষের সাথে 30° কোণে 1 ms^{-1} বেগে চলতে থাকে। 3 kg বস্তুটির বেগের মান ও দিক কত হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans. 2.065 ms^{-1}, x-অক্ষের সাথে 23.8° কোণে নিচের দিকে।]**

38. একটি ঘর্ষণহীন টেবিলের উপর রাখা দুটি ব্লকের দিকে 3.54-g ভরের একটি বুলেট অনুভূমিকভাবে ছোড়া হলো। বুলেটটি 1.22 kg ভরের প্রথম ব্লকের ভেতর দিয়ে ভেদ করে চলে যায় এবং 1.78 kg ভরের দ্বিতীয় ব্লকে গিয়ে গেঁথে যায়। এর ফলে ব্লক দুটি যথাক্রমে 0.630 ms^{-1} এবং 1.48 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। বুলেটটি প্রথম ব্লক থেকে কিছু ভর অপসারণ করেছে তা উপেক্ষা করে, (a) প্রথম ব্লক থেকে বের হওয়ার ঠিক পর মুহূর্তে বুলেটের বেগ এবং (b) বুলেটের আদিবেগ নির্ণয় করো। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06]**

39. 100 গ্রাম ভর ও 5 সে.মি. ব্যাসার্ধের দুইটি পাতলা গোল চাকতি 20 সে.মি. দীর্ঘ ও 1 সে.মি. ব্যাসযুক্ত একটি দণ্ডের দুই প্রান্তে যুক্ত আছে। দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে ও এটির দৈর্ঘ্যের আড়াআড়িভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র ব্যবস্থাটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। [দণ্ডের উপাদানের ঘনত্ব = 7.8gm/cc]

[Advanced] [ফান্ডামেন্টাল বুক T-08] [Ans. 25334 gmcm^2]

40. একজন ব্যক্তি একটি ঘূর্ণায়মান প্ল্যাটফর্মের উপর দাঁড়িয়ে আছেন যার কৌণিক দ্রুতি 1.22 rev s^{-1}; তার হাত প্রসারিত এবং প্রতি হাতে একটি করে ওজন ধরা আছে। এই অবস্থায় ব্যক্তি, ওজন এবং প্লাটফর্মের মোট জড়তার ভ্রামক 6.13 kg m^2। যদি ওজনগুলো সরিয়ে নিয়ে তার জড়তার ভ্রামক হয় 1.97 kg m^2 করে।

(a) প্লাটফর্মের নতুন কৌণিক দ্রুতি কত হবে?

(b) নতুন গতিশক্তি ও আদি গতিশক্তির অনুপাত কত? ধরে নাও প্লাটফর্মটি ঘর্ষণহীনভাবে ঘোরে।

[Advanced] [ফান্ডামেন্টাল বুক L-

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. Sol^n: (a); চাকতির জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}mr^2$, ব্যাসার্ধ r অর্ধেক করলে
$I' = \frac{1}{2}m\left(\frac{r}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}\times\frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{4}I$

02. Sol^n: (c); $v = \omega r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{\frac{1200}{60}}{200} = 0.1\ rads^{-1}$

03. Sol^n: (d); $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$
$= \frac{1}{2}m\omega^2r^2 + \frac{1}{2}mK^2\omega^2 = \frac{1}{2}m(r^2+K^2)\omega^2$
$= \frac{1}{2}m\left(r^2 + \frac{1}{2}r^2\right)\omega^2 = \frac{1}{2}\times\frac{3}{2}mr^2\omega^2 = 585.94J$

04. Sol^n: (b); $F = \frac{mv^2}{r} = \frac{9.1\times10^{-31}\times(2.18\times10^6)^2}{5.2\times10^{-11}} = 8.32\times10^{-8}\ N$

05. Sol^n: (c); বায়ুর বাধা $= mg = 70\times9.8 = 686\ N$

06. Sol^n: (c); $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}I\left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2$
$\omega = \frac{2\pi N}{t}; \Rightarrow 2400 = \frac{1}{2}\times I\times\left(\frac{2\pi\times600}{60}\right)^2$
$\Rightarrow I = 1.21\ kg\ m^2$

07. Sol^n: (b); $1180 = m(g+a)$
$\Rightarrow m = \frac{1180}{9.8+2} = 100\ kg$

08. Sol^n: (b); $F = m(g-a) = 65(9.8-1) = 572\ Ns$

09. Sol^n: (a); $\frac{I_2}{I_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \Rightarrow I_2 = \frac{20}{10}I_1 = 2I_1$

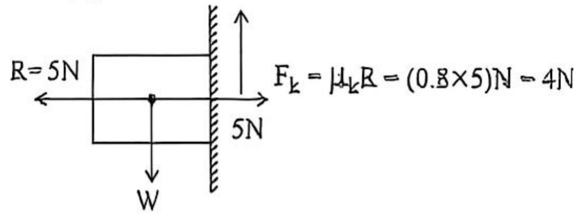
10. Sol^n: (a); যেহেতু বেগ স্থির তাই ত্বরণ শূন্য।
$\Sigma F = ma = 0\ N$

11. Sol^n: (a); $\mu_s = \frac{F}{W} = \frac{200}{800} = 0.25$

12. Sol^n: (d); $f_k = F - ma = 10 - 3\times3 = 1\ N$

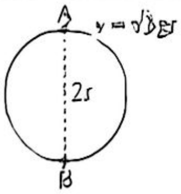
13. Sol^n: (b); $K.E = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}Mv^2$
$= \frac{1}{2}M\omega^2r^2 + \frac{1}{2}M\omega^2r^2 = M\omega^2r^2$

14. Sol^n: (a);



$\therefore F_{net} = W - F_k = (0.5\times9.8) - 4 = 0.9\ N$
$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{0.9}{0.5} = 1.8\ ms^{-2}$

15. Sol^n: (c);



$E_A = E_B$
$\frac{1}{2}m\times3gr + 2mgr = \frac{1}{2}mv_B^2$
$\Rightarrow v_B = \sqrt{7gr}$

$T_A + mg = \frac{mv_A^2}{r} \Rightarrow T_A = 3mg - mg = 2mg \ldots\ldots (i)$
$\Rightarrow T_B = mg + 7mg = 8mg \ldots\ldots (ii)$
$\therefore T_A : T_B = 1:4$

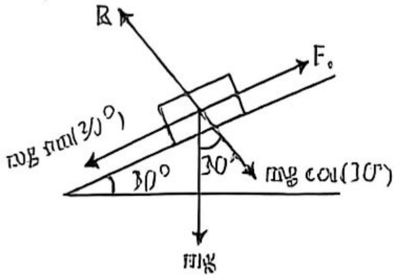
16. Sol^n: (a); $L = (\vec{r}\times\vec{v})m = 3\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 1 & -1 & 0\\ 2 & -2 & 1\end{vmatrix} = -3\hat{i} - 3\hat{j}$

17. Sol^n: (b); $r = \frac{d}{2} = 50\ m$
$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$
$\Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta} = \sqrt{50\times9.8\times\tan45^\circ} = 22.1359\ ms^{-1}$

18. Sol^n: (d); $F = \frac{mv}{t} = \frac{\rho A l v}{t}$
$= \rho Av^2 = 1000\times0.03\times2^2 = 120$

20. Sol^n: (a); $a' = g + a = 9.8 + 1.2 = 11\ ms^{-2}$
এখন, $h = \frac{1}{2}at^2\ [\because u = 0]$
$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2\times1.5}{11}} = 0.522s$

21. Sol^n: (a);



আমরা জানি, $\mu_s = \frac{F_s}{R}$
$\Rightarrow F_0 = \mu_s R = (0.7)\times(mg\cos30^\circ)$
$= 0.7\times2\times9.8\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.7\times9.8\times\sqrt{3}\ N$

22. Sol^n: (b); $\mu_s = \sqrt{3} = \tan\theta = \frac{v^2}{rg}$
$\Rightarrow v = \sqrt{rg\sqrt{3}} = \sqrt{50\times9.8\times\sqrt{3}} = 29.132\ ms^{-1}$

23. Sol^n: (d); $a = \frac{v_t - v_0}{t - t_0} = \frac{73.5 - 44.1}{8-5} = 9.8\ ms^{-2}$
$\therefore F = ma = 3\times9.8 = 29.4N$

24. Solⁿ: (d); দ্বন্দ্বের ভ্রামক $= -F \times d = -3 \times 6 = -18$ Nm

25. Solⁿ: (c); $Fx = \frac{p^2}{2m} \therefore x = \frac{1}{2} \times \frac{p^2}{mF}$

26. Solⁿ: (d); $I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times \pi r^2 \times 0.1 \times r^2$

$= \frac{1}{2} \times \pi \times (0.3)^4 \times 0.1 = 0.00127 \text{kgm}^2$

$= 12.7 \times 10^{-4}\ \text{kgm}^2$

27 Solⁿ: (c); $\sqrt{2gh_1} \times m + m\sqrt{2gh_2}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 1} \times 1 + 1 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.75} = 8.261\ \text{kg ms}^{-1}$

28. Solⁿ: (b); $F = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow 8 \times 10^{-13} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times v^2}{80 \times 10^{-2}}$

$\therefore v = 1.96 \times 10^7\ \text{ms}^{-1}$

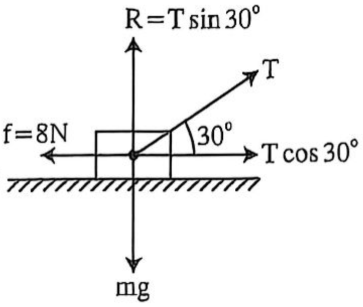
29. Solⁿ: (a); $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 4 & 3 \\ 2 & -3 & 4 \end{vmatrix} = 25\hat{i} - 2\hat{j} - 14\hat{k}$

30. Solⁿ: (d); $L = I\omega = \frac{1}{2}mr^2 \times \omega = \frac{1}{2} \times 20 \times 1^2 \times \frac{1800 \times 2\pi}{60}$

$= 1885\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. Solⁿ:



(a) সমবেগে চলছে; তাই, $f = T\cos 30° \Rightarrow T = \frac{8}{\cos 30°}$ N

$\therefore$ রশির টান, $T = 9.238$ N (Ans.)

(b) মেঝের প্রতিক্রিয়া বল, $R = mg - T\sin 30°$

$= \left(10 \times 9.8 - 9.238 \times \frac{1}{2}\right)$ N $= 93.3812$ N (Ans.)

02. Solⁿ: গুলির মন্দন, $a = \frac{F}{m} = \frac{4 \times 10^4}{0.04} = 10^6\ \text{ms}^{-2}$

১ম ক্ষেত্রে, দেয়ালের বেধ x হলে, $v^2 = u^2 - 2ax$

$\Rightarrow x = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{400^2 - 40^2}{2 \times 10^6}\ \text{m} = 0.0792\ \text{m}$

২য় ক্ষেত্রে, গুলির শেষবেগ $v_0 = 0\ \text{ms}^{-1}$

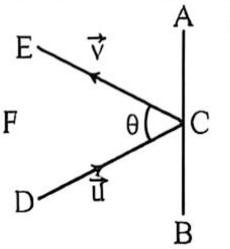
এক্ষেত্রে মন্দন a_0 হলে, $v_0^2 = u^2 - 2a_0x$

$\Rightarrow a_0 = \frac{u^2}{2x} = \frac{400^2}{2 \times 0.0792}\ \text{ms}^{-1} = 1010101.01\ \text{ms}^{-1}$

$\therefore$ গুলির সর্বোচ্চ ভর, $m_0 = \frac{F}{a_0} = \frac{4 \times 10^4}{1010101.01}$ kg

$= 0.0396$ kg $= 39.6$ g (Ans.)

03. Solⁿ: F



বলের ঘাত, $\vec{J} =$ ভরবেগের পরিবর্তন

$= \vec{p_2} - \vec{p_1} = m(\vec{v} - \vec{u})$

$\therefore$ বলের ঘাতের মান

$= m\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\theta}$

[$\theta = \vec{v}$ ও $-\vec{u}$ এর মধ্যবর্তী কোণ]

$= 0.2\sqrt{20^2 + 20^2 + 2 \times 20 \times 20 \times \cos 60°}$

$= 4\sqrt{3}\ \text{kgms}^{-1}$ (Ans.)

04. Solⁿ: ভূমি স্পর্শ করার সময় বেগ, $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5}\ \text{ms}^{-1}$

$= 10\ \text{ms}^{-1}$

ভরবেগের পরিবর্তন $= m\Delta v = m(v - u)$

$= 65 \times (10 - 0)\ \text{kg ms}^{-1} = 650\ \text{kg ms}^{-1}$

১ম ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বল, $F_1 = \frac{m\Delta v}{t_1} = \frac{650}{\frac{1}{8}}$ N $= 5200$ N

২য় ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বল, $F_2 = \frac{m\Delta v}{t_2} = \frac{650}{1}$ N $= 650$ N (Ans.)

05. Solⁿ: (a) সর্বোচ্চ টান $= F_C + mg$

$= m\omega^2 r + mg$

$= m \times \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \times r + mg$

$T = \frac{60}{90}$s

$= \frac{2}{3}$s

$= 2 \times \left(\frac{2\pi}{\frac{2}{3}}\right)^2 \times 1.5 + 2 \times 9.8 = 286.08$ N

(b) বালতির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বল বালতির ওজনের সমান হলে বালতিটির পানি পড়বে না।

$\therefore mg = m\omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{9.8}{1.5}} = 2.56 \text{rad s}^{-1}$ (Ans.)

06. Solⁿ: $m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$

$\Rightarrow 10(\hat{i} + 4\hat{j} - 6\hat{k}) + 20(\hat{i} + \hat{j}) = (10 + 20)\vec{v}$

$\Rightarrow \vec{v} = \frac{30\hat{i} + 60\hat{j} - 60\hat{k}}{30} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$ (Ans.)

07. Solⁿ: ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুসারে,

$mu = -MV$

$\Rightarrow u = \frac{-MV}{m} = \frac{5 \times (-64)}{0.008}\ \text{ms}^{-1}$

$= 40000\ \text{ms}^{-1}$

$= 4 \times 10^4\ \text{ms}^{-1}$

$m = 8\text{g} = 0.008$ kg

$M = 5$ kg

$V = 64\ \text{ms}^{-1}$

$u = ?$

s সরণে স্থিরাবস্থায় আসলে, $v^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow a = \frac{u^2 - 0^2}{2s} = \frac{40000^2}{2 \times 0.5}\ \text{ms}^{-2} = 1.6 \times 10^9\ \text{ms}^{-2}$

$\therefore$ বাধাদানকারী বল, $F = ma = 0.008 \times 1.6 \times 10^9$ N

$= 1.28 \times 10^7$ N (Ans.)

08. Solⁿ: মার্বেল পড়ার ক্ষেত্রে ভূমি স্পর্শের বেগ v_1 হলে,

$v_1^2 = 0^2 + 2gh_1 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 5}\ \text{ms}^{-1} = 10\ \text{ms}^{-1}$

উঁচুতে উঠার সময় আদিবেগ v_2 হলে, $0^2 = v_2^2 - 2gh_2$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2 \times 10 \times 3.2}\ \text{ms}^{-1}$ [প্রশ্নে 3.2 m হবে]

$= 8\ \text{ms}^{-1}$

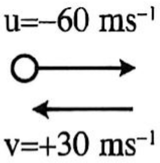
$\therefore$ প্রযুক্ত বল, $F = \frac{m\Delta v}{t} = \frac{m(v_2 - (-v_1))}{t} = \frac{0.05(8 - (-10))}{\frac{1}{10}}$ N $= 9$ N

বলের ঘাত $= Ft = 9 \times \frac{1}{10}\ \text{kgms}^{-1} = 0.9\ \text{kgms}^{-1}$ (Ans.)

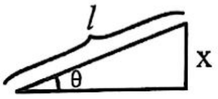
09. Solⁿ: $J = \Delta p = m(v - u)$

$= 0.03 \times (30 + 60)$

$= 2.7\ \text{kgms}^{-1}$ বা Ns (Ans.)



10. Solⁿ: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$



$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left\{\frac{(9.8)^2}{98 \times 9.8}\right\} = 5.71°$

চিত্র হতে, $\sin\theta = \frac{x}{l}$

$\Rightarrow x = l\sin\theta = 1.525 \times \sin 5.71° = 0.1517$ m (Ans.)

11. **Solⁿ:** $E = \frac{1}{2}I(\omega_f^2 - \omega_i^2) \Rightarrow 100 = \frac{1}{2} \times I \times \{(6\pi)^2 - (2\pi)^2\}$
$\Rightarrow I = \frac{200}{32\pi^2}\ \text{kgm}^2 = 0.633\ \text{kgm}^2$ **(Ans.)**

12. **Solⁿ:** ঘূর্ণন গতিশক্তি, $E = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mr^2 \times \omega^2$
$= \frac{1}{4} \times 20 \times (0.25)^2 \times 100^2\ \text{J} = 3125\ \text{J}$
কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = \frac{1}{2}mr^2\omega$
$= \frac{1}{2} \times 20 \times (0.25)^2 \times 100\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1} = 62.5\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$ **(Ans.)**

13. **Solⁿ:** কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_r = \omega^2 r = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$
$= \left(\frac{2\pi}{2\times3600}\right)^2 \times 7000 \times 10^3\ \text{ms}^{-2} = 5.33\ \text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

14. **Solⁿ:** জড়তার ভ্রামক, $I = MK^2 = 5 \times (0.2)^2 = 0.2\ \text{kgm}^2$ **(Ans.)**
টর্ক, $\tau = I\alpha = (0.2 \times 2) = 0.4\ \text{Nm}$ **(Ans.)**

15. **Solⁿ:** $v^2 = u^2 - 2as \Rightarrow 0^2 = 30^2 - 2 \times a \times 50 \Rightarrow a = 9\ \text{ms}^{-2}$
ঘর্ষণ বল, $F = ma = 0.5 \times 9\ \text{N} = 4.5\ \text{N}$ **(Ans.)**

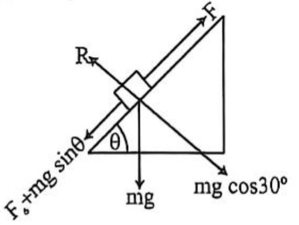
16. **Solⁿ:** $(m_1 + m_2)v = m_1 \times 0 + m_2u_2$
$\Rightarrow (48 + 3.3) \times 0.32 = 3.3u_2$
$\Rightarrow u_2 = 4.97\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

$m_1 = 48\ \text{kg}$
$m_2 = 3.3\ \text{kg}$
$v = 0.32\ \text{ms}^{-1}$
$u_2 = ?$

17. **Solⁿ:** $\mu = \frac{R}{mg} = \frac{100}{150\times9.8} = 0.068$ **(Ans.)**

18. **Solⁿ:** $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
$\Rightarrow v = \frac{m_1u_1+m_2u_2}{m_1+m_2} = \frac{1.975\times0+0.025\times400}{1.975+0.025}\ \text{ms}^{-1} = 5\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**
মাটিতে পড়ার সময় t হলে, $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$
$\Rightarrow 313.6 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2 \Rightarrow t = 8\ \text{s}$
$\therefore$ অনুভূমিক দূরত্ব, $s = vt = 8 \times 5\ \text{m} = 40\ \text{m}$ **(Ans.)**

19. **Solⁿ:**



$F_s + mg\sin\theta - F = 0$
$\Rightarrow F_s = F - mg\sin\theta$
$\Rightarrow \mu_sR = F - mg\sin\theta$
$\Rightarrow \mu_s = \frac{F-mg\sin\theta}{R}$
$= \frac{F-mg\sin\theta}{mg\cos\theta} = \frac{18-2\times9.8\times\sin30^\circ}{2\times9.8\times\cos30^\circ}$
$= 0.48$ **(Ans.)**

আবার, $F - (F_k + mg\sin\theta) = 0 \Rightarrow \mu_kR = F - mg\sin\theta$
$\Rightarrow \mu_k = \frac{F-mg\sin\theta}{mg\cos\theta} = \frac{15-2\times9.8\times\sin30^\circ}{2\times9.8\times\cos30^\circ} = 0.306$ **(Ans.)**

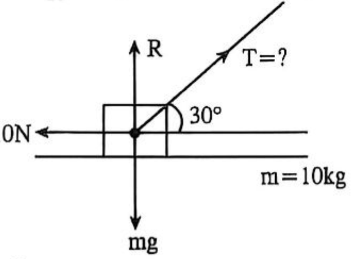
20. **Solⁿ:** $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times \frac{2}{5} \times mr^2 \times \frac{v^2}{r^2}$
$= \frac{7}{10}mv^2 = \frac{7}{10} \times 400 \times 2^2\ \text{J} = 1120\ \text{J}$

21. **Solⁿ:** $m\omega^2r = mg \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{r} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{9.8}{2.45}}\ \text{rad s}^{-1} = 2\ \text{rad s}^{-1}$
এখন, $\frac{2\pi n}{60} = 2 \Rightarrow n = \frac{60}{\pi} = 19$ **(Ans.)**

22. **Solⁿ:** $\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I}$
আবার, $\omega = \alpha t \Rightarrow t = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{I\omega}{\tau} = \frac{9100\times0.73}{1560}\ \text{s} = 4.2583\ \text{s}$ **(Ans.)**

23. **Solⁿ:** কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr = m \cdot \frac{d}{t} \cdot r = m \cdot \frac{2\pi r}{T} \cdot r$
$= \frac{2\pi mr^2}{T} = \frac{2\pi\times0.5\times2^2}{10}\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1} = 1.257\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$ **(Ans.)**

24. **Solⁿ:**



যেহেতু, বাক্সটি সমবেগে চলছে $\therefore T\cos30^\circ - f = 0$
$\Rightarrow T = \frac{10\text{N}}{\cos30^\circ} = 11.55\ \text{N}$

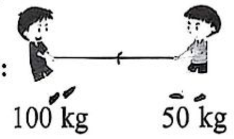
25. **Solⁿ:** এখানে, $d = 5.6\text{cm} = 0.056\ \text{m}$
$2d = 2 \times 5.6\text{cm} = 0.112\text{m}$
এখানে পুরো সিস্টেমেটিকে আমরা 2d দৈর্ঘ্যের একটি 2M ভরের দণ্ড এবং d ও 2d দূরত্বে থাকা m ভরের দুইটি কণা-এই তিন ভাগে ভাগ করতে পারি।
অতএব, $I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{1}{3}(2M)(2d)^2 + m(d)^2 + m(2d)^2$
$= \frac{1}{3}(2 \times 1.2)(0.112)^2 + 0.85(0.056)^2 + 0.85(0.112)^2$
$= 0.0233\ \text{kgm}^2$
$E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.0233 \times (0.30)^2 = 1.05 \times 10^{-3}\text{J}$ **(Ans.)**

26. **Solⁿ:** $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = -a\omega\sin\omega t\,\hat{i} + b\omega\cos\omega t\hat{j}$
$\vec{p} = m\vec{v} = -am\omega\sin\omega t\hat{i} + mb\omega\cos\omega t\hat{j}$
$\therefore \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \begin{bmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a\cos\omega t & b\sin\omega t & 0 \\ -am\omega\sin\omega t & mb\omega\cos\omega t & 0 \end{bmatrix}$
$= mab\omega(\cos^2\omega t + \sin^2\omega t)\hat{k} = mab\omega\hat{k}$

27. **Solⁿ:** স্প্রিং এ বল $= 2T$
$T = \frac{2m_1m_2}{m_1+m_2}g = 87.11\ \text{N} \therefore 2T = 2 \times 87.11 = 174.22\ \text{N}$

28. **Solⁿ:** $(50 + 40 + 10) \times 0 = (50 + 40)v_1' - 10 \times 2$
$\therefore v_1' = 0.22\ \text{ms}^{-1}$
$(60 + 40) \times 0 - 10 \times 2 = (60 + 40 + 10)v_2'$
$\therefore v_2' = -0.181\ \text{ms}^{-1}$

29. **Solⁿ:**



$a_1 = \frac{F}{100}; a_2 = \frac{F}{50}$
$\Rightarrow x = 0t + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{100} \cdot t^2$
$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{100} \cdot t^2 \Rightarrow \frac{200x}{t^2} = F$
$\Rightarrow 100 - x = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{50} \cdot t^2 \Rightarrow 100 - x = \frac{1}{2} \cdot \frac{200x}{50} \therefore x = 33.33\ \text{m}$

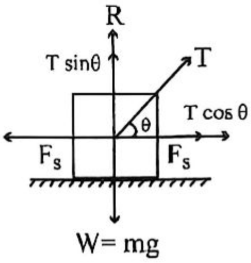
30. **Solⁿ:** $T = mg\cos\theta + m\frac{v'^2}{r}, \frac{1}{2}mv^2 = mgr(1 - \cos\theta) + \frac{1}{2}mv'^2$
$\Rightarrow v^2 - 2gr(1 - \cos\theta) = v'^2$
$mg\cos\theta + \frac{mv^2-2mgr(1-\cos\theta)}{r} = T$
$\therefore T = \frac{mv^2}{r} + 3\,mg\cos\theta - 2mg$

31. $I_{EF} = m \cdot 0^2 + 2m \times \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2 + m\left(a\sqrt{2}\right)^2 = ma^2 + 2ma^2$
$= 3\,ma^2 = 3 \times 2 \times 1^2 = 6\text{kgm}^2$

32. **Solⁿ:** $|\vec{\tau}| = r\,F\sin\theta = I\,\alpha$
$\Rightarrow 2 \times 2 \times \sin60^\circ = m\,(r\sin40^\circ)^2 \times \alpha$
$\therefore \alpha = 4.192\ \text{rads}^{-2}$ **(Ans.)**

33. **Solⁿ:** ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2;\ v = 8\ \text{ms}^{-1}$
প্রতি সেকেন্ডে আঘাত করা পানির ভর, $\frac{m}{t} = A \times v \times \rho = \pi r^2\rho v$
$= \pi \times \left(\frac{0.08}{2}\right)^2 \times 1000 \times 8\ \text{kgs}^{-1} = \frac{64}{5}\pi\ \text{kgs}^{-1}$
$\therefore$ দেয়ালে প্রযুক্ত বল = প্রতি সেকেন্ডে দেওয়ালে আঘাতকারী পানি
ভরবেগের পরিবর্তন $= \frac{m\Delta v}{t} = \frac{64}{5}\pi \times (8 - 0)\ \text{N} = 321.69\ \text{N}$ **(Ans**

34. **Solⁿ:** গতিশীল হবে বলতে এখানে 'গতিশীল হওয়ার উপক্রম করবে'- এটা বুঝাচ্ছে। আর বস্তু যখন গতিশীল হওয়ার উপক্রম করে, তখনও কিন্তু স্থির থাকে। তাই এখানে, $\sum F = 0$ হবে।



ভূমি বরাবর, $\sum F = 0$
$\Rightarrow T\cos\theta - F_s = 0$
$\Rightarrow T\cos\theta = F_s = \mu_sR$

$\Rightarrow T\cos\theta = \mu_s(mg - T\sin\theta)$ $[R = mg - T\sin\theta]$

$\Rightarrow T \times \cos 30° = 0.4(100 \times 9.8 - T \times \sin 30°)$

$\therefore T = 367.72\text{N}$ **(Ans.)**

35. **Solⁿ:** উপরের ব্লকটি পিছলানোর ঠিক আগ মুহূর্তে প্রযুক্ত বলই হলো সর্বোচ্চ স্থিতি ঘর্ষণ বল ($f_{s\,max}$)।

$f_{s\,max} = 12.0\text{N}$

$\Rightarrow \mu_s m_1 g = f_{s\,max}$

$\Rightarrow \mu_s = \frac{f_{s\,max}}{m_1 g} = \frac{12.0}{4.40 \times 9.8} \approx 0.278$

[উপরের ব্লকের ভর, $m_1 = 4.40$ kg]

সর্বোচ্চ ঘর্ষণ বল 12.0 N।

$\therefore$ পিছলিয়ে না যাওয়া শর্তে, সর্বোচ্চ ত্বরণ,

$a_{max} = \frac{f_{s\,max}}{m_1} = \frac{12.0}{4.40} \approx 2.727\ \text{m/s}^2$

(b) সিস্টেমের ত্বরণ

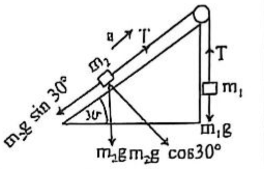
পুরো সিস্টেমটি a_{max} ত্বরণে চললে মোট বল হবে:

(যা নিচের বক্সে প্রযুক্ত বল)

$F = (m_1 + m_2)a_{max}$

$F = (4.40 + 5.50) \times 2.727 \approx 27.0\ \text{N}$

36. **Solⁿ:** ধরি, সুতার টান T ও সিস্টেমের ত্বরণ a



এখন, চিত্র হতে,

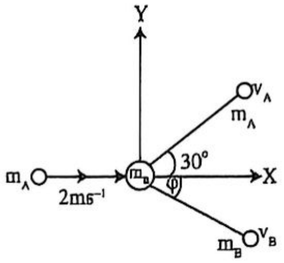
$m_1 g - T = m_1 a$..........(i)

$T - m_2 g \sin 30° = m_2 a$..........(ii)

(i) + (ii) করে, $m_1 g - m_2 g \sin 30° = (m_1 + m_2)a$

$\Rightarrow a = \frac{m_1 g - m_2 g \sin 30°}{m_1 + m_2} = \frac{\left(2 - 3 \times \frac{1}{2}\right) \times 9.8}{2+3}\ \text{ms}^{-2} = 0.98\ \text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

37. **Solⁿ:** মনে করো, A ক্যারামের স্ট্রাইকার। A দিয়ে B গুটিকে স্ট্রাইক করা হলো। সংঘর্ষের পর A ও B X অক্ষের সাথে যথাক্রমে 30° ও φ কোণ উৎপন্ন করলো। আমাদেরকে সংঘর্ষের পর B গুটির বেগের মান ও φ কোণটি নির্ণয় করতে হবে।



ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুযায়ী, x অক্ষ বরাবর উপাংশ নিয়ে,

$m_A u_A \cos 0° + 0$

$= m_A v_A \cos 30° + m_B v_B \cos\varphi$

$\therefore v_B \cos\varphi$

$= \frac{m_A u_A - m_A v_A \cos 30°}{m_B}$

$= \frac{5 \times 2 - 5 \times 1 \times \cos 30°}{3} = 1.88996\ \text{ms}^{-1}$ ……… (i)

y অক্ষ বরাবর উপাংশ নিয়ে, $m_A u_A \sin 0° + 0$

$= m_A v_A \sin 30° + (-m_B v_B \sin\varphi)$

$\Rightarrow v_B \sin\varphi = \frac{m_A v_A \sin 30°}{m_B} = \frac{5 \times 1 \times \frac{1}{2}}{3} = 0.8333$ ……… (ii)

$\therefore$ (ii) ÷ (i) $\Rightarrow \tan\varphi = 0.441 \Rightarrow \varphi = 23.79°$

$\therefore (\text{ii})^2 + (\text{i})^2 \Rightarrow v_B^2 \cos^2\varphi + v_B^2 \sin^2\varphi$

$= (0.8333)^2 + (1.88996)^2$

$\Rightarrow v_B^2(\cos^2\varphi + \sin^2\varphi) = 4.266 \therefore v_B = 2.065\ \text{ms}^{-1}$

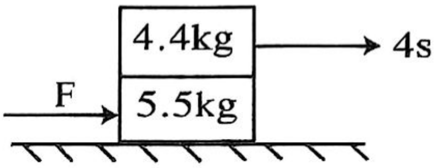
$2.065\ \text{ms}^{-1}$ বেগে, x-অক্ষের সাথে 23.8° কোণে নিচের দিকে। **(Ans.)**

38. **Solⁿ:** বুলেটের ভর, $m = 3.54$ g

$= 0.00354$ kg।

১ম ব্লকের ভর $M_1 = 1.22$ kg, বেগ $v_1 = 0.630\ \text{ms}^{-1}$।

২য় ব্লকের ভর $M_2 = 1.78$ kg, বেগ $v_2 = 1.48\ \text{ms}^{-1}$



২য় ব্লকের সাথে সংঘর্ষের জন্য ভরবেগের নিত্যতা:

$mv' = (M_2 + m)v_2$

$\Rightarrow 0.00354v' = (1.78 + 0.00354) \times 1.48$

$\therefore v' \approx 745.65\ \text{ms}^{-1}$

১ম ব্লকের সাথে সংঘর্ষের জন্য ভরবেগের নিত্যতা:

$mv_0 = M_1 V_1 + mv'$

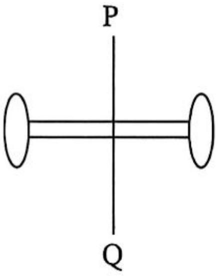
$\Rightarrow 0.00354v_0$

$= (1.22 \times 0.630) + (0.00354 \times 745.65)$

$\therefore v_0 \approx 962.77\ \text{ms}^{-1}$

39. **Solⁿ:** এখানে, PQ অক্ষ সাপেক্ষে প্রত্যেক চাকতির জড়তার ভ্রামক

= চাকতির যেকোনো ব্যাস সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক + ভর × (ঘূর্ণন অক্ষ থেকে ঐ সমান্তরাল ব্যাসের লম্ব দূরত্ব)^2



$= \frac{1}{4}Mr^2 + M\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{M}{4}(r^2 + l^2)$

$= \frac{100}{4}(5^2 + 20^2) = 10625\ \text{gmcm}^2$

PQ অক্ষ সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক

$= \frac{1}{12}M\,l^2 = \frac{1}{12}\rho V l^2$

[M = আয়তন × ঘনত্ব $= \pi r^2 l \times \rho$]

$= \frac{1}{12}\rho\pi r^2 l \cdot l^2 = \frac{1}{12}\rho\pi r^2 l^3$

$= \frac{1}{12} \times 7.8 \times \pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times (20)^3$

$= 4084\ \text{gm cm}^2$

$\therefore I = 2 \times 10625 + 4084$ [যেহেতু চাকতি ২টি]

$= 25334\ \text{gmcm}^2$ **(Ans.)**

40. সমাধান: কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা সূত্রানুসারে,

$I_i\omega_i = I_f\omega_f = 6.13 \times 1.22 = 1.97 \times \omega_f$

$\omega_f = \frac{7.4786}{1.97} \approx 3.80\ \text{rev s}^{-1}$ $\left[\frac{\omega_f}{\omega_i} = \frac{I_i}{I_f}\right]$

$\frac{K_f}{K_i} = \frac{\frac{1}{2}I_f\omega_f^2}{\frac{1}{2}I_i\omega_i^2} = \frac{I_f}{I_i}\left(\frac{I_i}{I_f}\right)^2 = \frac{I_i}{I_f}$

(যেহেতু $\frac{\omega_f}{\omega_i} = \frac{I_i}{I_f}$)

$\frac{K_f}{K_i} = \frac{6.13}{1.97} \approx 3.11$ (Ans.)

অধ্যায় ০৫

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

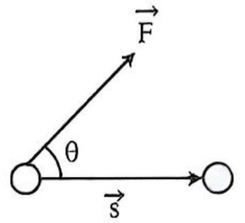
গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** কৃতকাজ	16	04	BUET’24-25, 23-24, 12-13, 10-11; KUET'24-25, 15-16; RUET'25-26, 24-25, 13-14; BUTEX’17-18, 00-01; IUT’22-23, 18-19, 14-15, 10-11; SUST'25-26	RUET’25-26, 04-05; BUTEX’09-10 ; MIST’23-24
✪	**T-02:** পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ	03	03	KUET'24-25; RUET'24-25; IUT’19-20	BUET’16-17; RUET'25-26; BUTEX'24-25
✪	**T-03:** স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ	02	-	BUET’24-25; IUT'17-18	-
✪✪✪	**T-04:** কাজ-শক্তি উপপাদ্য, ঘর্ষণ বল ও গড় বাধাদানকারী বল	11	11	BUET’24-25, 22-23; KUET’24-25; IUT’22-23, 21-22, 20-21, 19-20, 18-19; CKRUET’21-22	BUET’22-23, 11-12, 08-09, 05-06; RUET’05-06, 08-09, 07-08; CUET’11-12; CKRUET’20-21; BUTEX’22-23, 18-19;
✪	**T-05:** ভারকেন্দ্রের সরণ	01	01	BUET’22-23	CUET’05-06
✪✪	**T-06:** কুয়া ও চৌবাচ্চা	06	06	CUET'25-26; CKRUET’22-23, 20-21; BUTEX’17-18; IUT’22-23, 14-15, 21-22	BUET'24-25; KUET'19-20; RUET'25-26; BUTEX'24-25, 03-04; MIST’24-25
✪✪✪	**T-07:** বিভবশক্তি ও গতিশক্তি	24	08	BUET’24-25, 21-22, 12-1311-12, 08-09; KUET'24-25, 11-12; RUET'24-25, 13-14; CUET’10-11, 03-04; CKRUET’23-24, 22-23, 21-22; BUTEX’17-18, 16-17, 14-15; 03-04; IUT’21-22, 20-21, 18-19, 14-15; BUTEX'12-13; SUST’24-25	BUET'25-26, 20-21; KUET'25-26, 19-20; RUET’10-11, 09-10; CUET'24-25; MIST’23-24
✪	**T-08:** শক্তির সংরক্ষণশীলতা	04	02	BUET’24-25; IUT’23-24, 18-19	RUET’18-19, 15-16
✪✪✪	**T-09:** ক্ষমতা ও কর্মদক্ষতা	36	18	BUET'23-24, 21-22, 12-13, 09-10; KUET'16-17, 12-13, 18-19, 17-18, 08-09; RUET'24-25, 14-15; CUET’25-26, 15-16, 14-15; CKRUET’23-24, 22-23, 21-22, 20-21; BUTEX’15-16, 13-14, IUT’21-22, 19-20, 18-19, 16-17, 11-12; SUST'24-25	BUET’21-22, 17-18, 18-19, 10-11; RUET'19-20, 18-19, 17-18, 06-07, 05-06; CUET'08-09; BUTEX’25-26, 22-23, 21-22, 18-19, 09-10, 04-05

T-01: কৃতকাজ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ একটি বল দ্বারা কৃতকাজ:

$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$



◆ একাধিক বলের দ্বারা মোট কৃতকাজ:

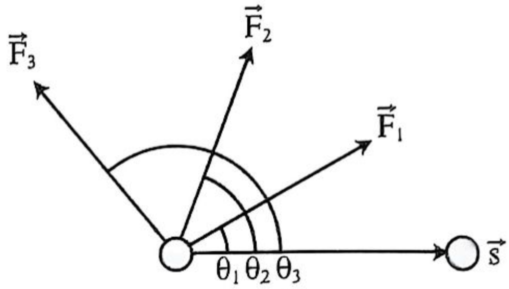
➢ **Process-01:**

$\vec{F}_1$ বল দ্বারা কাজ, $W_1 = F_1 s\cos\theta_1$

$\vec{F}_2$ বল দ্বারা কাজ, $W_2 = F_2 s\cos\theta_2$

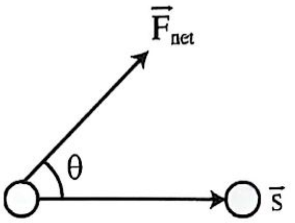
$\vec{F}_3$ বল দ্বারা কাজ, $W_3 = F_3 s\cos\theta_3$

∴ মোট কৃতকাজ, $W = W_1 + W_2 + W_3$



➢ **Process-02:**

অথবা, লব্ধি বল $(\vec{F}_{net})$ দ্বারা কৃতকাজই মোট কৃতকাজ ∴ $W = F_{net} s\cos\theta$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 4 N বল একটি বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় বস্তুটি বলের দিকের সাথে 60° কোণে 10 m দূরে সরে গেল। বলটি দ্বারা কৃত কাজ কত জুল (J)? **[SUST'25-26]**

(a) 5 (b) 10 (c) 20 (d) 15 ⓒ

Solⁿ: $W = Fs\cos\theta = 4 \times 10 \times \cos 60° = 20\ J$

02. 1 kg ভরের বস্তুকে অনুভূমিক তলে 5m সরালে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ কত? **[BUET'24-25]**

(a) 49 J (b) 90 J (c) 0 J (d) None ⓒ

Solⁿ: $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90° = 0\ J$

03. একটি কণা $\vec{a} = (10\hat{i} + 7\hat{j} - 8\hat{k})\ ms^{-2}$ ত্বরণে চলার সময় $\vec{r} = (5\hat{i} - 4\hat{j} + 5\hat{k})$ m সরণ হয়। কণাটির ভর 5 kg হলে, সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? **[KUET'24-25; BUET'23-24]**

(a) 10 J (b) 18 J

(c) −18 J (d) 85 J (e) 90 J ⓔ

Solⁿ: $\vec{F} = m\vec{a} = 50\hat{i} + 35\hat{j} - 40\hat{k}$

$W = \vec{F} \cdot \vec{r} = (50 \times 5 - 35 \times 4 - 40 \times 5)\ J = -90\ J$

$\therefore |W| = 90\ J$

04. প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যে কত কোণ হলে কাজের পরিমাণ শূন্য হবে? **[RUET'24-25]**

(a) 0° (b) 90° (c) 60°

(d) 45° (e) 30° ⓑ

Solⁿ: $W = Fs\cos\theta$

$\theta = 90°$ হলে, $W = 0\ J$

05. একটি কণার উপর $\vec{F} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k})$ নিউটন বল প্রয়োগের ফলে কণাটি $(3, -4, -2)$ বিন্দু থেকে $(-2, 3, 5)$ বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[IUT'18-19, BUTEX'17-18, KUET'15-16, RUET'13-14]**

(a) 7J (b) 59.72J (c) 49J

(d) 59J (e) 49N ⓓ

Solⁿ: $\Delta\vec{r} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}) - (3\hat{i} - 4\hat{j} - 2\hat{k})$

$= -5\hat{i} + 7\hat{j} + 7\hat{k}$

$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}) \cdot (-5\hat{i} + 7\hat{j} + 7\hat{k})$

$= 10 + 21 + 28 = 59J$

06. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 5km উপরে কিছু মেঘ ভেসে আছে। ঐ মেঘ বৃষ্টিরূপে নেমে এসে ভূ-পৃষ্ঠে 100 km^2 স্থানে 1mm গভীরতার পানি সৃষ্টি করতে পারে। উক্ত পানিকে আবার মেঘে পরিণত করতে কত কাজের প্রয়োজন? [KUET'15-16; IUT'10-11; BUTEX'00-01]

(a) 49×10^{11}J (b) 49×10^{8}J
(c) 4.9×10^{11}ergs (d) 9.8×10^{11}nN
(e) 10^{8}J ⓐ

Sol^n^: পানির ভর, $m = V\rho = Ad\rho = 1 \times 10^{8}$kg

∴ প্রয়োজনীয় কাজ, $W = mgh = 49 \times 10^{11}$J

07. The third floor of a house is 8.0m above the street level. How much work is needed to move a 150kg refrigerator to its third floor? (একটি বাড়ির তৃতীয় তলা রাস্তা থেকে 8.0m উপরে। এর তৃতীয় তলায় 150kg ওজনের একটি রেফ্রিজারেটর উঠাতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে?) [IUT'14-15]

(a) 9.5 kJ (b) 10.8 kJ
(c) 11.8 kJ (d) 12.8 kJ ⓒ

Sol^n^: কাজ, $W = mgh = 150 \times 9.8 \times 8 = 11.76$ kJ

08. একটি কণার উপর $\vec{F} = (5\hat{i} - 6\hat{j} + 3\hat{k})$N বল প্রয়োগ করার ফলে কণাটির $\vec{d} = (3\hat{i} + d_y\hat{j} + 5\hat{k})$m সরণ হয়। d_y এর মান কত হলে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হবে? [IUT'22-23; BUET'12-13]

(a) 0 (b) 5 (c) 6 (d) −6 ⓑ

Sol^n^: $W = \vec{F} \cdot \vec{d} \Rightarrow 0 = 5 \cdot 3 + (-6) \cdot d_y + 3 \cdot 5$

$$\Rightarrow 0 = 15 - 6d_y + 15$$
$$\Rightarrow 6d_y = 30$$
$$\therefore d_y = 5$$

9. 40 N ওজনের বস্তুকে মেঝে থেকে 3 m উঁচুতে 2 সেকেন্ড ধরে রাখতে কাজের পরিমাণ হবে- [BUET'10-11]

(a) 0 J (b) 40 J (c) 120 J (d) 240 J ⓐ

Sol^n^: বস্তুর সরণ হয়নি। তাই কাজ 0 J

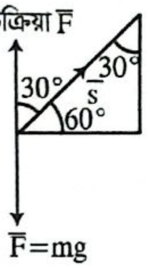
বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলূড

01. একটি বস্তু (−1, 3, 2) থেকে (2, 5, 1) বিন্দুতে গেল। বস্তুর উপর $3\hat{i} - m\hat{j} + \hat{k}$ মানের বল কাজ করছে। কৃতকাজ শূন্য হলে m এর মান নির্ণয় করো। [RUET'25-26]

Sol^n^: কৃতকাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = (3\hat{i} - m\hat{j} + \hat{k}) \cdot$
$[(2+1)\hat{i} + (5-3)\hat{j} + (1-2)\hat{k}]$
$= (3\hat{i} - m\hat{j} + \hat{k}) \cdot (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) = 9 - 2m - 1$
এখন, $9 - 2m - 1 = 0 \therefore m = 4$ **(Ans.)**

02. এক ব্যক্তি 25 kg ভরের বস্তু নিয়ে একটি 20 m মই দিয়ে উপরে ওঠে এবং 9800 J কাজ সম্পাদন করে। মইটি দেওয়ালের সাথে 30° কোণে থাকলে ব্যক্তির ভর কত? [MIST'23-24]

সমাধান:

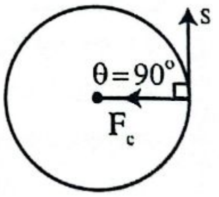


$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$
$\therefore 9800 = (25 + m) \times 9.8 \times 20\cos 30°$
$\Rightarrow m = 32.735$ kg **(Ans.)**

03. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকার্য কী? [BUTEX'09-10]

Sol^n^: (কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোন কাজ হয় না।)

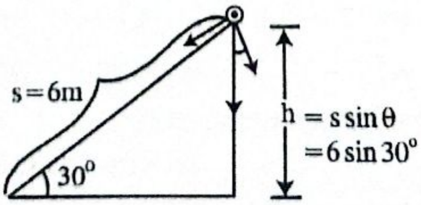
কারণ, এখানে বল ও সরণ পরস্পর লম্ব। অর্থাৎ, $\theta = 90°$



$\therefore W = Fs\cos 90° = 0$ J **(Ans.)**

04. 70 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের এক বোঝা নিয়ে 6 m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠলো। সিঁড়িটি অনুভূমিক তলের সাথে 30° কোণ করে থাকলে ঐ ব্যক্তি কত কাজ করলো নির্ণয় কর। [RUET'04-05]

Sol^n^:



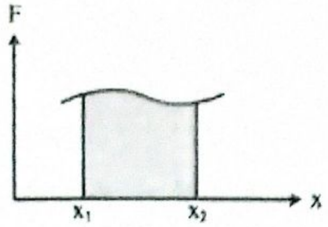
এখানে, m = 90 kg, s = 6m, θ = 30°, W = ?
আমরা জানি, $W = mgh$
$= 90 \times 9.8 \times 6\sin 30°$
$= 2646$ J **(Ans)**

T-02: পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ **Process-01:** Integration: $W = \int_{x_1}^{x_2} F dx$; যেখানে, F = পরিবর্তনশীল বল [দূরত্বের (x) ফাংশন বা সময়ের (t) ফাংশন]

◆ **Process-02:**



x_1 = বস্তুর আদি অবস্থান
x_2 = বস্তুর চূড়ান্ত অবস্থান

F বনাম x গ্রাফের x-অক্ষের সাথে আবদ্ধ ক্ষেত্রফলই কৃতকাজ নির্দেশ করে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. একটি বল $F = 3x^2 + 4x + 5$ এর মাধ্যমে একটি কণা x-অক্ষ বরাবর স্থির অবস্থা থেকে 8 m পর্যন্ত সরে যায়। কণাটিকে আরও 2 m স্থানান্তর করতে অতিরিক্ত কাজের পরিমাণ নির্ণয় করো। [KUET'24-25]

(a) 1250 J (b) 770 J
(c) 870 J (d) 680 J (e) 570 J ⓔ

Solⁿ: $W = \int_{x_i}^{x_f} F\,dx = \int_8^{10} (3x^2 + 4x + 5)\,dx$
$= [x^3 + 2x^2 + 5x]_8^{10}$
$= (10^3 + 2 \times 10^2 + 5 \times 10) - (8^3 + 2 \times 8^2 + 5 \times 8)\,J$
$= 570\,J$

02. $(7 - 2x + 3x^2)$ N বল 2 kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বলের দিকে x = 0 থেকে x = 5 m এ নিয়ে যায়। কৃতকাজের পরিমাণ কত? [RUET'24-25]

(a) 7 J (b) 14 J
(c) 70 J (d) 135 J (e) 170 J ⓓ

Solⁿ: $W = \int_{x_i}^{x_f} F\,dx = \int_0^5 (7 - 2x + 3x^2)\,dx$
$= [7x - x^2 + x^3]_0^5 = 135\,J$

03. When a rubber-band is stretched by a distance x, it exerts a restoring force of magnitude $F = ax + bx^2$, Where a and b are constants. The work done in stretching the unstretched rubber band by L is- (যখন একটি রাবার-ব্যান্ডকে x দূরত্বে প্রসারিত করা হয়, তখন এটি $F = ax + bx^2$ মানের একটি প্রত্যায়নী বল প্রয়োগ করে যেখানে, a এবং b ধ্রুবক। রাবার ব্যান্ডকে L দূরত্বে প্রসারিত করতে কৃতকাজ-) [IUT'19-20]

(a) $\frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}$ (b) $\frac{1}{2}\left(\frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}\right)$
(c) $aL^2 + bL^3$ (d) $\frac{1}{2}(aL^2 + bL^3)$ ⓐ

Solⁿ: $W = \int_0^L F\,dx = \int_0^L (ax + bx^2)\,dx$
$= a\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^L + b\left[\frac{x^3}{3}\right]_0^L = \frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01. 3kg ভরের বস্তুর উপর একটি বল ক্রিয়াশীল আছে। বস্তুটির অবস্থান সমীকরণ $x = 3t - 4t^2 + t^3$, যেখানে x এর মান মিটারে এবং t এর মান সেকেন্ডে। t = 0 হতে t = 4 সেকেন্ড সময়ে বলটি দিয়ে বস্তুর উপর কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [KUET'25-26; KUET'16-17]

Solⁿ: $x = 3t - 4t^2 + t^3$
$\Rightarrow v = 3 - 8t + 3t^2$
$\Rightarrow a = -8 + 6t$
$dW = Fdx = madx$
এখন, $dx = vdt = (3 - 8t + 3t^2)dt$
$\therefore W = \int_0^4 3(-8 + 6t)(3 - 8t + 3t^2)dt$
$= 528\,J$ (Ans.)

বিকল্প: $x = 3t - 4t^2 + t^3$
$\Rightarrow v = 3 - 8t + 3t^2$
t = 0s এ বেগ $= 3ms^{-1}$
t = 4s এ বেগ
$= 3 - 8 \times 4 + 3 \times 4^2 = 19\,ms^{-1}$
∴ কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন
$= \frac{1}{2}m(v_4^2 - v_0^2) = \frac{1}{2} \times 3(19^2 - 3^2) = 528\,J$ (Ans.)

02. $F = t^2 - 5t + 6$, $x = 4t^2, y = 8t, z = (8t^2 - t)$ হলে, $t = 0$ হতে 1 sec পর্যন্ত কৃতকাজ? [BUTEX'24-25]

Solⁿ: X অক্ষ বরাবর,

$x = 4t^2$

$\Rightarrow dx = 8tdt$

$\therefore W_x = \int_0^1 F.dx$

$= \int_0^1 (t^2 - 5t + 6).8tdt$

$= \frac{38}{3}$ J

Y অক্ষ বরাবর,

$y = 8t$

$\Rightarrow dy = 8dt$

$\therefore W_y = \int_0^1 F \cdot dy$

$= \int_0^1 (t^2 - 5t + 6).8\,dt = \frac{92}{3}$ J

Z অক্ষ বরাবর,

$z = 8t^2 - t$

$\Rightarrow dz = (16t - 1)dt$

$\therefore W_z = \int_0^1 F.dz$

$= \int_0^1 (t^2 - 5t + 6)(16t - 1)dt$

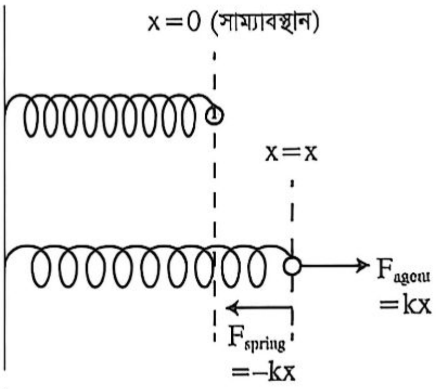
$= \frac{43}{2}$ J

$\therefore W_{net} = W_x + W_y + W_z = 64.833$ J **(Ans.)**

T-03: স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ

কনসেপ্ট রিভিউ

- একটি স্প্রিংকে সাম্যাবস্থান $(x = 0)$ থেকে x পরিমাণ প্রসারিত করতে এজেন্ট কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_{agent} = kx$
- স্প্রিং বল কর্তৃক প্রযুক্ত বল, $F_{spring} = -kx = -F_{agent}$



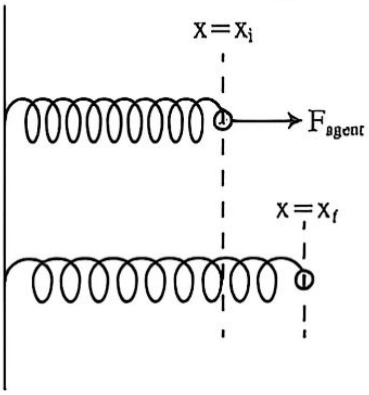
- স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তকে $x = x_i$ থেকে $x = x_f$ অবস্থানে নিতে,
- এজেন্ট কর্তৃক কৃতকাজ, $W_{agent} = \int_{x_i}^{x_f} F_{agent} dx$

$$= \int_{x_i}^{x_f} kx\,dx = \frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$$

- স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ, $W_{spring} = -W_{agent}$

$$= -\frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$$

[**Note:** স্প্রিং প্রসারিত অবস্থায় থাকলে $x \rightarrow (+)ve$
স্প্রিং সংকুচিত অবস্থায় থাকলে $x \rightarrow (-)ve$]



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি লোহার তৈরি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক k। এটিকে T পরিমাণ বল প্রয়োগ করে যদি x পরিমাণ সরণ ঘটানো হয়, তাহলে এ সরণ ঘটাতে কৃতকাজ কত? [BUET'24-25]

(a) $\frac{T}{2k^2}$ (b) $\frac{2T}{k^2}$

(c) $\frac{T^2}{2k}$ (d) $2kT^2$ ⓒ

Solⁿ: প্রয়োগকৃত বল, $T = kx$

কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{k^2x^2}{2k} = \frac{(kx)^2}{2k} = \frac{T^2}{2k}$

02. In a spring balance, the length of the spring is 20 cm which can read from 0 to 60 N. Find the potential energy of the spring when it reads 40 N.

(একটি স্প্রিং ব্যালেন্সে, স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য 20 সেমি যা 0 থেকে 60 N পর্যন্ত পরিমাপ করতে পারে। স্প্রিং যখন 40 N পরিমাপ করে তখন এর বিভব শক্তি নির্ণয় করো।) [IUT'17-18]

(a) 0.267 J (b) 26.7 J

(c) 2.67 J (d) 267 J ⓒ

Solⁿ: $F = kx$

$\Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{60}{0.2}\text{Nm}^{-1} = 300\text{Nm}^{-1}$

For 40N, $x = \frac{F}{k} = \frac{40}{300} = 0.133$ m

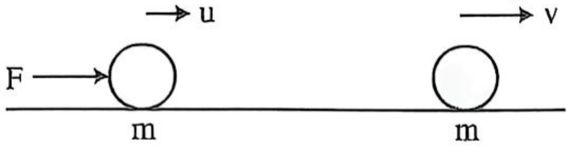
$\therefore E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 300 \times 0.133^2 = 2.67$ J

[**Note:** এখানে স্প্রিংটি সর্বোচ্চ 20 cm প্রসারিত হতে পারে, সেটি ধরে নিয়ে সমাধানটি করা হয়েছে।]

T-04: কাজ-শক্তি উপপাদ্য, ঘর্ষণ বল ও গড় বাধাদানকারী বল

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ লব্ধি বল দ্বারা কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{1}{2}m(v^2 - u^2)$



[**Note:** এক্ষেত্রে প্রযুক্ত লব্ধি বল ধ্রুব/পরিবর্তনশীল যেমনই হোক না কেন, গতিশক্তির পরিবর্তন হিসেব করে কাজ নির্ণয় সম্ভব]

বস্তুর প্রাথমিক শক্তি (E_1) – ঘর্ষণ/বাধাদানকারী বলের জন্য অপচয়কৃত শক্তি (E_{lost}) = বস্তুর চূড়ান্ত শক্তি (E_2)

বাধাদানকারী বলের বিরুদ্ধে অথবা ঘর্ষণের বিরুদ্ধে কৃতকাজ (E_{lost}):

Case-01: অনুভূমিকভাবে গতিশীল হাতুড়ি দিয়ে দেয়ালের উপরে থাকা পেরেককে আঘাত, $E_1 = \frac{1}{2}Mv^2$; $E_2 = 0$

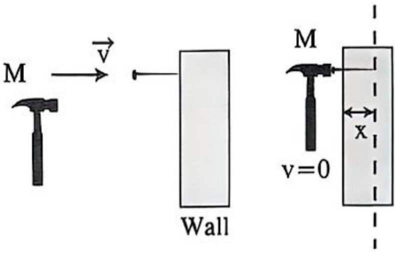
$E_{lost} = fx$

[f =দেয়ালের বাধাদানকারী বল, x = দেয়ালের ভেতর পেরেকের সরণ]

$\therefore E_1 - E_{lost} = E_2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}Mv^2 - fx = 0$

$\therefore \frac{1}{2}Mv^2 = fx$

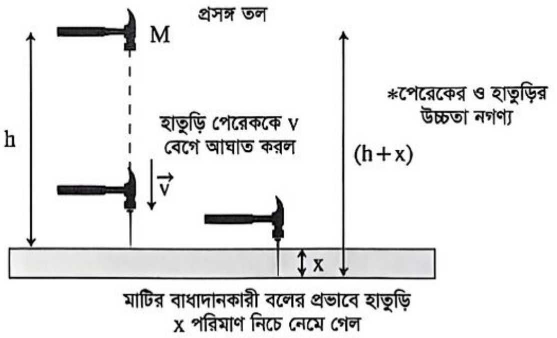


Case-02: উল্লম্বভাবে পড়ে যাওয়া হাতুড়ি কর্তৃক ভূমির উপর অবস্থিত পেরেকে আঘাত, $E_1 = Mg(h+x), E_2 = 0$

$E_{lost} = fx$

$\therefore E_1 - E_{lost} = E_2$

$\Rightarrow Mg(h+x) - fx = 0 \Rightarrow Mg(h+x) = fx$


প্রসঙ্গ তল
M
h
হাতুড়ি পেরেককে v বেগে আঘাত করল
$\vec{v}$
*পেরেকের ও হাতুড়ির উচ্চতা নগণ্য
(h+x)
x
মাটির বাধাদানকারী বলের প্রভাবে হাতুড়ি x পরিমাণ নিচে নেমে গেল

* বুলেট কোনো কঠিন বস্তুর মধ্যে d দূরত্ব ঢুকে বেগ $\frac{1}{n}$ গুণ হলে $\left(n = \frac{u}{v}\right)$ থামার পূর্বে আরও দূরত্ব অতিক্রম করবে, $d \times \frac{1}{n^2-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 15m উঁচু একটি গাছের ডাল হতে 200g ভরের একটি আম নিচের কাদামাটিতে পড়ে 10 cm গর্তের সৃষ্টি করে, কাদামাটির গড় প্রতিরোধ বল কত?

[BUET'24-25; BUET'22-23; CKRUET'21-22]

(a) 29.4 N (b) 292.4 N
(c) 294.2 N (d) 295.96 N ⓓ

Solⁿ: আমরা জানি, $w = Fx = mg(x+h)$

গড় প্রতিরোধ বল, $F = mg\left(1 + \frac{h}{x}\right)$

$= 0.2 \times 9.8 \times \left(1 + \frac{15}{0.1}\right) N = 295.96\ N$

02. একটি বুলেট কোনো দেয়ালে 1 m প্রবেশের পর 50% বেগ হারায়। ঐ দেয়ালে বুলেটটি আর কতটুকু প্রবেশ করতে পারবে? **[BUET'24-25; KUET'24-25]**

(a) $\frac{1}{3}$ m (b) $\frac{1}{2}$ m (c) $\frac{2}{3}$ m
(d) $\frac{3}{4}$ m (e) $\frac{1}{4}$ m ⓐ

Sol^n: আদিবেগ u, আদিশক্তি, $E_0 = \frac{1}{2}mu^2$

শেষবেগ $\frac{u}{2}$; শেষ শক্তি, $E = \frac{1}{2}m \cdot \frac{u^2}{4} = \frac{1}{4}E_0$

$\therefore \left(E_0 - \frac{E_0}{4}\right) = \frac{3E_0}{4}$ শক্তি দ্বারা ঢুকে 1 m

$\therefore \frac{1}{4}E_0$ শক্তি দ্বারা ঢুকে $\frac{1}{3}$m $\therefore$ আরও $\frac{1}{3}$m ঢুকবে।

Shortcut: $x = d \times \frac{1}{n^2-1} = 1 \times \frac{1}{2^2-1} = \frac{1}{3}$ m

$\left[v = 50\%\ u = \frac{1}{2}u \therefore n = \frac{u}{v} = 2\right]$

03. A ball of mass 0.2 kg is thrown vertically upwards by hand. If the hand moves 0.2 m which applying the force and the ball goes up to 2 m height further, find the magnitude of the force. Consider $g = 10ms^{-2}$.

(0.2 কেজি ভরের একটি বল হাত দিয়ে উল্লম্বভাবে উপরের দিকে ছুঁড়ে দেওয়া হয়। যদি বল প্রয়োগের সময় হাত 0.2 মিটার এগিয়ে যায় এবং বলটি আরও 2 মিটার উচ্চতায় উঠে যায়, তাহলে বলের মান নির্ণয় করো। $g = 10\ \text{ms}^{-2}$ বিবেচনা করো।) [IUT'19-20]

(a) 22 N (b) 4 N (c) 16 N (d) 20 N ⓐ

Solⁿ: $Fx = mg(h + x)$

$\Rightarrow F = \frac{mg(h+x)}{x} = \frac{0.2\times10\times(2+0.2)}{0.2}\text{N} = 22\text{N}$

04. The muzzle velocity of a 3.30 g bullet fired from a rifle is 965 ms^{-1} just as it leaves the 45.0 cm barrel. Assume that the barrel is frictionless and a constant horizontal acceleration of the bullet in the barrel. What is the force exerted by the rifle on the bullet while it is in the barrel? (একটি রাইফেল থেকে ছোড়া 3.30 গ্রাম ওজনের বুলেটের বেগ 965 ms^{-1} হয় যখন এটি 45.0 সেমি ব্যারেল থেকে বেরিয়ে আসে। ধরে নাও যে ব্যারেলটি ঘর্ষণহীন এবং ব্যারেলের মধ্যে বুলেটের একটি ধ্রুবক অনুভূমিক ত্বরণ রয়েছে। ব্যারেলের মধ্যে থাকা অবস্থায় রাইফেলটি বুলেটের উপর কত বল প্রয়োগ করে?) [IUT'19-20]

(a) 3314.5 N (b) 3514.50 N
(c) 3414.50 N (d) 3427.50 N ⓒ

Solⁿ: $Fx = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{x} = \frac{\frac{1}{2}\times3.3\times10^{-3}\times(965)^2}{\frac{45}{100}}\text{N} = 3414.5\ \text{N}$

05. A sphere of 10 gm is placed at a height of 1.2 m from the ground. It falls from there (with initial zero velocity) along a slanted piece of wood and its velocity is 4 ms^{-1} when it reaches the ground. Determine the work done by friction as it falls. (10 গ্রাম ওজনের একটি গোলক মাটি থেকে 1.2 মিটার উচ্চতায় স্থাপন করা হল। এটি সেখান থেকে (প্রাথমিক শূন্য বেগে) একটি হেলানো কাঠের টুকরো বরাবর পড়ে এবং মাটিতে পৌঁছানোর সময় এর বেগ 4 ms^{-1} হয়। এটি পড়ার সময় ঘর্ষণ দ্বারা সম্পন্ন কাজ নির্ণয় করো।) [IUT'22-23]

(a) 0.08 J (b) 0.0376 J
(c) 0.197 J (d) 0.215 J ⓑ

Solⁿ: কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে,

$(mg - f)h = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow fh =$ ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ

$= mgh - \frac{1}{2}mv^2$

$= 0.01 \times 9.8 \times 1.2 - \frac{1}{2} \times 0.01 \times 4^2$

$= 0.0376\ \text{J}$

06. A truck of mass 900 kg moves with a velocity of 60 km per hour. The truck is stopped at a distance of 50 m by applying brake. If the frictional force of the ground is 200 N, then calculate the magnitude of force due to brake. (900 kg ভরের একটি ট্রাক ঘণ্টায় 60 km বেগে চলে। ব্রেক প্রয়োগ করে 50 m দূরত্বে ট্রাকটি থামানো হয়। যদি ভূমির ঘর্ষণ বল 200 N হয়, তাহলে ব্রেক দ্বারা সৃষ্ট বলের পরিমাণ গণনা করো।) [IUT'21-22]

(a) 2100 N (b) 2500 N (c) 2300 N (d) 2700 N ⓒ

Solⁿ: $(F_{\text{break}} + F_k)\ d = \frac{1}{2} \times 900 \times \left(\frac{60}{3.6}\right)^2$

$\therefore F_{\text{break}} = 2300\ \text{N}$

07. The recoil velocity of a gun of mass of 8 kg is 10 ms^{-1} when a bullet of mass of 10 g leaves from the gun. After penetrating 0.3 m inside the target the bullet stops. Calculate the applied resistance of the bullet? (একটি 8 kg ভরের বন্দুক থেকে একটি 10 g ভরের বুলেট নির্গত হলে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ হয় 10 ms^{-1}। লক্ষ্যবস্তুতে 0.3 m প্রবেশ করার পর বুলেটটি থেমে যায়। বুলেটটির উপর প্রয়োগকৃত বাঁধাদানকারী বল কত?) [IUT'20-21, 19-20]

(a) 1.067×10^5N (b) 1.067×10^6N
(c) 1.067×10^7N (d) 1.067×10^8N ⓑ

Solⁿ: $MV + M_bV_b = 0$

$\Rightarrow V_b = \frac{8\times10}{10\times10^{-3}}\text{ms}^{-1} = 8 \times 10^3\text{ms}^{-1}$

আবার, $F_k s = \frac{1}{2}\ m_b v_b^2$

$\therefore F_k = \frac{\frac{1}{2}m_b V_b^2}{d} = 1.0667 \times 10^6\ \text{N}$

[কাজ-শক্তি উপপাদ্য]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 10 kg ভরের একটি পাথর 5 m উচ্চতা থেকে মাটিতে পোঁতা একটি পেরেকের উপর খাড়াভাবে পড়ল। যদি পেরেকটি মাটির ভেতর আরও 3 cm প্রবেশ করে তবে মাটির গড় প্রতিরোধ বল নির্ণয় কর। (পেরেকের ভর নগন্য) [BUTEX'22-23]

Solⁿ: আমরা জানি,

$mg(h + x) = Fx$

$\Rightarrow 10 \times 9.8 \times (5 + 0.03)$

$= F \times 0.03$

$\therefore F = 16431.33\ \text{N}$ **(Ans.)**

এখানে, F = মাটির গড় প্রতিরোধ বল

$x = 3\ \text{cm} = 0.03\ \text{m}$

উচ্চতা, $h = 5\ \text{m}$

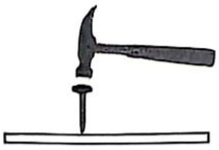
02. অনুভূমিক কাঠের উপর একটি পেরেক উল্লম্বভাবে রাখা আছে। 1kg ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা পেরেকটিকে খাড়া নিচের দিকে 4 ms^{-1} আঘাত করা হলো। পেরেকটি কাঠের মধ্যে 0.015 m ঢুকে গেলে গড় বাধাদানকারী বল নির্ণয় কর। [CKRUET'20-21, RUET'05-06]

Solⁿ: $\frac{1}{2}mv^2 + mgh = Fh$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}mv^2 + mgh}{h}$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}\times 1\times 4^2 + 1\times 9.8\times 0.015}{0.015}$

$\therefore F = 543.13\text{ N}$ **(Ans.)**



03. 100 ms^{-1} বেগে গতিশীল একটি বুলেট গাছের ভিতর 0.1m ঢুকে থেমে যায়। কতটুকু ঢুকার পর এর বেগ হ্রাস পেয়ে অর্ধেক হবে? **[BUTEX'18-19]**

Solⁿ: x m ঢুকার পর বেগ অর্ধেক হলে,

$Fx = \frac{1}{2}m\left(u^2 - \frac{u^2}{4}\right) = \frac{3}{4}\times\frac{1}{2}mu^2 \dots\dots\dots (i)$

আবার, $F\times 0.1 = \frac{1}{2}mu^2 \dots\dots\dots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{x}{0.1} = \frac{3}{4} \therefore x = 0.075\text{ m}$ **(Ans.)**

04. একটি রাইফেলের গুলি প্রতিটি 5cm পুরুত্বের দুইটি কাঠের তক্তাকে ভেদ করতে পারে এবং পৃথকভাবে কোন একটি দেয়ালের মধ্যে 20cm ভেদ করতে পারে। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে কতটুকু ভেদ করতে পারবে যদি উল্লেখিত তক্তার একটি তক্তা দেয়ালের সামনে সংযুক্ত করা থাকে? **[BUET'11-12, 08-09]**

Solⁿ: যেহেতু গুলিটি 5cm পুরুত্বের দুটি তক্তা ভেদ করতে পারে।

সুতরাং, একটি তক্তা ভেদ করলে এর গতিশক্তি অর্ধেক হয়। ধরি, গুলির বেগ v হয় এবং একটি তক্তা ভেদ করলে বেগ v′ হয়।

$\therefore \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$

এখন গুলিটি দেয়ালে 20cm প্রবেশ করতে পারে।

$\therefore 0^2 = v^2 + 2as$

$\Rightarrow 0 = v^2 + 2a\times 20$

$\Rightarrow a = \frac{-v^2}{40}$

এখন, দেয়ালের সামনে একটি তক্তা রাখলে, $0 = v'^2 + 2as'$

$\Rightarrow s' = -\frac{v'^2}{2a}$

$= -\frac{v^2}{2\times 2\times\frac{-v^2}{40}}$

$= \frac{40}{4}$

$= 10\text{cm}$ **(Ans.)**

বিকল্প: আমরা জানি, $\Delta E_k = W = Fx$

কাঠের তক্তার জন্য,

$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = F_1\times(5\times 2) \dots\dots\dots (I)$

দেয়ালের জন্য, $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = F\times 20 \dots\dots\dots (ii)$

এখন, ধরি, একটি তক্তা ভেদ করার পর দেয়ালের মধ্যে আরও x cm প্রবেশ করবে।

$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = F_1\times 5 + F_2\times x$

$\Rightarrow \Delta E_k = \frac{\Delta E_k}{10}\times 5 + \frac{\Delta E_k}{20}\times x$

$\Rightarrow 1 = \frac{1}{2} + \frac{x}{20}$

$\Rightarrow x = 10\text{ cm}$ **(Ans.)**

05. 1 kg ভরের একটি কাঠ খণ্ডের সাথে একটি খাড়া স্প্রিং এর সংঘর্ষ হলো যার স্প্রিং ধ্রুবকের মান 2 Nm^{-1} এবং কাঠ খণ্ডটি স্প্রিংকে তার স্থির অবস্থান থেকে 4 m সংকোচন করলো। কাঠ খণ্ড ও খাড়া তলের ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.25 হলে সংঘর্ষের সময় কাঠ খণ্ডটির বেগ কত ছিল? g এর মান $= 9.8\text{ ms}^{-2}$। **[BUET'22-23]**

Solⁿ: এখানে, বস্তুটি যে শক্তি নিয়ে আসবে, সেটি দ্বারা কাজ হবে স্প্রিংয়ের উপর, এবং ঘর্ষণ বলের দ্বারা শক্তির অপচয় হবে।

শক্তির উপপাদ্য অনুসারে,

$\frac{1}{2}m(v^2 - u^2) = mgx - \frac{1}{2}kx^2$

এখন ঘর্ষণ বল, $f = \mu R$; কিন্তু, প্রশ্নে উল্লম্ব তলের ঘর্ষণের কথা বলা হয়েছে। কিন্তু উল্লম্ব তলের ক্ষেত্রে বাক্সের উপর কোনো অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া নেই। তাহলে, $R = 0$।

তাই ঘর্ষণ বল দ্বারা কোন কাজ হবে না। $k = 2\text{ Nm}^{-1}$

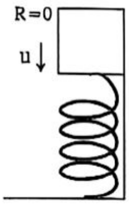
$x = 4\text{m}; v = 0\text{ ms}^{-1}; m = 1\text{ kg}$

তাহলে, $\frac{1}{2}m(0^2 - u^2) = mgx - \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}kx^2 - mgx$

$\Rightarrow u = \sqrt{\frac{kx^2 - 2mgx}{m}}$

$\Rightarrow u = \sqrt{\frac{2\times 4^2 - 2\times 1\times 9.8\times 4}{1}} = \sqrt{-46.4}$



এখানে, u এর একটি অবাস্তব মান চলে এসেছে, যা সম্ভব নয়। তাই, প্রশ্নটি ত্রুটিপূর্ণ।

[Note: স্প্রিংয়ের সরণ x = 4 এর পরিবর্তে যদি আরও বড় মান দেওয়া থাকতো, তাহলে একটি বাস্তব মান পাওয়া যেত। অথবা, যদি উল্লম্ব দেয়ালের বদলে অনুভূমিক দেয়ালে অনুভূমিকভাবে ঘর্ষণ তৈরি হতো। তাহলে, $f = \mu R$ সূত্রানুসারে ঘর্ষণ বল হিসাব করে এর দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় করে আমরা প্রাথমিক বেগের মান নির্ণয় করতে পারতাম।]

06. 25 gm ভরের একটি বুলেট 100 cms^{-1} বেগে 15cm পুরু একটি কাঠের দেয়ালে প্রবেশ করে ও দেয়াল ভেদ করে 75 cms^{-1} বেগে বেরিয়ে যায়। বুলেটের গড় বল কত? **[RUET'08-09, 07-08]**

Solⁿ: এখানে, $m = 25\ gm = 0.025kg$

$\therefore$ গড় বল, $F = \frac{\frac{1}{2}m(u^2-v^2)}{s} = \frac{\frac{1}{2}\times0.025\times(1^2-0.75^2)}{0.15}$

$\Rightarrow F = 0.0365\ N$

07. 8 কেজি ভরের একটি বস্তু 10 মিটার উপর হতে পড়ে বালিতে 50 সে.মি. প্রবেশ করে থেমে গেল। বস্তুটির উপর বালির গড় বাধা নির্ণয় কর। **[BUET'05-06]**

Solⁿ: বালুতে পড়ার মুহূর্তের বেগ,

$v = \sqrt{2\times9.8\times10} = 14\ ms^{-1}$

বালির ভেতর মন্দন a হলে, $0 = v^2 - (2a\times0.5)$

$\Rightarrow a = \frac{14^2}{2\times0.5} = 196\ ms^{-2}$

গড় বাধা F হলে, $F - mg = ma$

$\therefore F = m(g+a) = 8(9.8+196) = 1646.4N$ **(Ans.)**

অথবা, বালির গড় বাধা,

$F = \frac{mg\,(h+x)}{x} = \frac{8\times9.8\times(10+0.5)}{0.5} = 1646.4N$ **(Ans.)**

[Note: কাজ-শক্তি উপপাদ্য ব্যবহার করে]

08. একটি বন্দুকের গুলি 100 কি. মি./ ঘণ্টা বেগে উপরের দি ছোড়ায় 15 সে. মি. পুরু ছাদ ভেদ করার পর অর্ধেক বেগ হারা গুলিটি পুনরায় উপর হতে নীচে এসে ছাদটিকে আঘাত করার আর কতদূর ছাদটি ভেদ করবে? **[CUET'11-**

Solⁿ: ধরি, বাধাদানকারী বল F

উপরে উঠার সময়,

$(F+mg)\times0.15 = \frac{1}{2}\,mv^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2$

$\Rightarrow 0.15F = \frac{3}{8}mv^2 - 0.15\ mg \ldots\ldots\ldots(i)$

নিচে নামার সময় যদি x পরিমাণ ভেদ করে,

$(F-mg)x = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2$

$\Rightarrow Fx = mgx + \frac{1}{8}mv^2 \ldots\ldots\ldots(ii)$

$\therefore (ii)\div(i)$

$\Rightarrow \frac{x}{0.15} = \frac{mgx+\frac{1}{8}mv^2}{\frac{3}{8}mv^2-0.15\ mg}$ | এখানে, $v = \frac{100}{3.6} = 27.78\ ms$

$\Rightarrow \frac{x}{0.15} = \frac{gx+\frac{1}{8}v^2}{\frac{3}{8}v^2-0.15\ g}$

$\therefore x = 0.0505\ m = 5.05\ cm$ **(Ans.)**

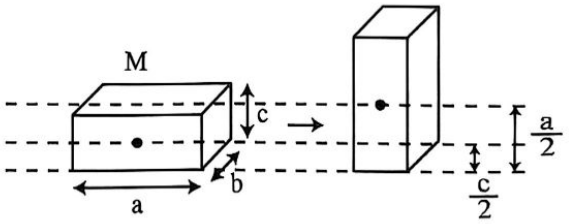
T-05: ভারকেন্দ্রের সরণ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ **Case-01:**

ইট অনুভূমিক অবস্থান থেকে খাড়া করতে কৃতকাজ,

$W = Mg\left(\frac{a}{2}-\frac{c}{2}\right)$

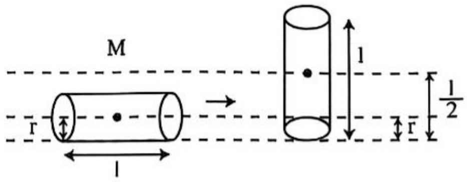


M = ইটের ভর; a = ইটের দৈর্ঘ্য

b = ইটের প্রস্থ; c = ইটের উচ্চতা

◆ **Case-02:**

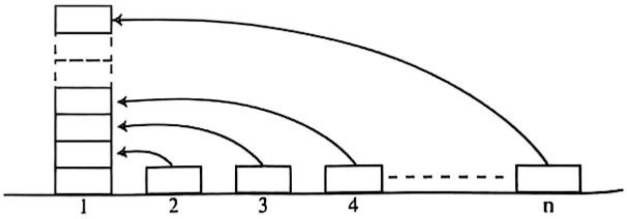
সিলিন্ডার অনুভূমিক অবস্থান থেকে খাড়া করতে কৃতকাজ, $W = Mg\left(\frac{l}{2}-r\right)$



M = সিলিন্ডারের ভর; l = সিলিন্ডারের উচ্চতা; r = সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ

◆ **Case-03:**

n সংখ্যক h উচ্চতার M ভরের ইট একটির উপর আরেকটি সাজিয়ে রাখতে কৃতকাজ, $W = \frac{n(n-1)}{2}Mgh$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. 3m ব্যাস ও 5m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারকে শোয়ানো অবস্থা থেকে খাড়া করতে কৃতকাজ কত? [সিলিন্ডারের ভর = 5 kg] [BUET'22-23]

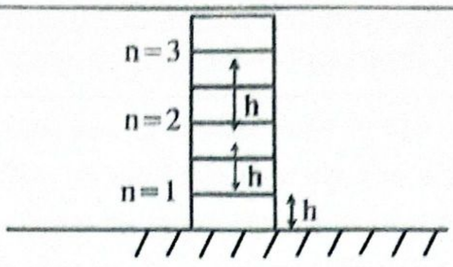
(a) 40 J (b) 49 J (c) 98 J (d) 147 J ⓑ

Solⁿ: $W = mg\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{2}\right) = 5 \times 9.8 \times \left(\frac{5-3}{2}\right) = 49J$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি মার্বেল পাথর খণ্ডের উচ্চতা 4 ফুট এবং ভর 500 পাউন্ড। 22,500 ফুট পাউন্ড কাজ করতে কতটি মার্বেল পাথর খন্ড একটির উপর একটি রেখে মোট কত ফুট উঁচু একটি স্তম্ভে সাজাতে পারবে? [CUET'05-06]

Solⁿ:



মোট n সংখ্যক পাথর হলে

1 ft-pound = 32 ft-poundal

∴ 22500 ft-pound

= 22500 × 32 ft-poundal = 720000 ft-poundal

$\therefore W = mgh \times \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow 720000 = 500 \times 32 \times 4 \times \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow n^2 - n - 22.5 = 0 \therefore n = 5.27 \approx 5$

∴ স্তম্ভের উচ্চতা হবে $= 5 \times 4 = 20$ ft **(Ans.)**

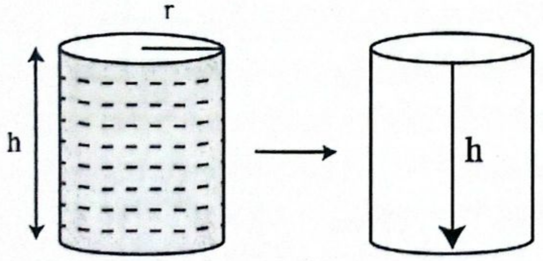
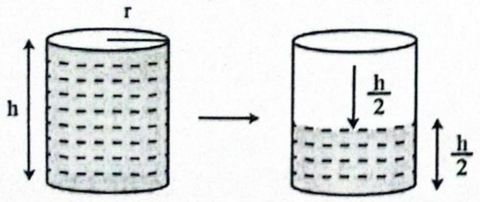
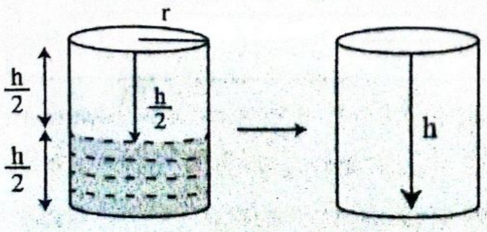
T-06: কুয়া ও চৌবাচ্চা

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ যদি কুয়ার গভীরতা দেয়া থাকে, তাহলে সেটি চৌবাচ্চা বা পানির ট্যাঙ্ক।

➢ কুয়া খালি করতে কৃতকাজ, $W = M_w \times g \times h_{avg}$; এখানে, M_w = অপসারিত পানির ভর

➢ $h_{avg} = \frac{\text{পানি সরানোর আগে খালি অংশের গভীরতা } (h_1) + \text{ পানি সরানোর পর খালি অংশের গভীরতা } (h_2)}{2}$

◆ **Case-01:** কুয়ার সম্পূর্ণ পানি খালি করা 	M_w = সম্পূর্ণ পানির ভর = আয়তন × ঘনত্ব $= \pi r^2 h\rho$ $h_1 = 0; h_2 = h$ $h_{avg} = \frac{h_1+h_2}{2} = \frac{h}{2}$ $W = M_w g h_{avg} = M_w g\frac{h}{2}$
◆ **Case-02:** কুয়ার অর্ধেক পানি খালি করা 	M_w = অর্ধেক পানির ভর $= \frac{\pi r^2 h}{2} \times \rho$ $h_1 = 0; h_2 = \frac{h}{2}$ $h_{avg} = \frac{h_1+h_2}{2} = \frac{h}{4}$ $W = M_w g h_{avg} = M_w g\frac{h}{4}$
◆ **Case-03:** অর্ধপূর্ণ কুয়াকে সম্পূর্ণ খালি করা 	M_w = অর্ধেক পানির ভর $= \frac{\pi r^2 h}{2} \times \rho$ $h_1 = \frac{h}{2}; h_2 = h$ $h_{avg} = \frac{h_1+h_2}{2} = \frac{3h}{4}$ $W = M_w g h_{avg} = M_w g\left(\frac{3h}{4}\right)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি পানিপূর্ণ কূপের গভীরতা 30 m ও ব্যাস 4 m। কূপটিতে পানি শূন্য করার জন্য 6 Hp এর একটি পাম্প লাগানো হল। অর্ধেক পানি তোলার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়। বাকি পানি তোলার জন্য 8 Hp এর আরেকটি পাম্প লাগানো হলো। কূপটি সম্পূর্ণ পানি শূন্য করতে মোট কত সময় লাগবে? **[CUET'25-26]**

(a) 20140 sec (b) 10070 sec

(c) 12390 sec (d) 9300 sec

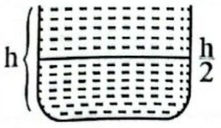
(e) 10850 sec ⓑ

Solⁿ: কুয়ার পানির পরিমাণ,

$$m = V\rho = \pi r^2 h\rho$$

$$= \pi \times \left(\frac{4}{2}\right)^2 \times 30 \times 1000$$

$$= 377 \times 10^3 \text{ kg}$$



এখন, প্রথম পাম্পের জন্য,

$$P = \frac{m_1 g h_1}{t_1}$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{\frac{377\times10^3}{2}\times9.8\times\frac{15}{2}}{6\times746}$$

$$= 3095.34 \text{ sec}$$

এখানে,

$$h_1 = \frac{0+\frac{h}{2}}{2} = \frac{30}{4} = \frac{15}{2}\text{m}$$

আবার দ্বিতীয় পাম্পের জন্য,

$$P_2 = \frac{m_2 g h_2}{t_2}$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{m_2 g h_2}{P_2}$$

$$= \frac{\frac{377\times10^3}{2}\times9.8\times(\frac{3}{4}\times30)}{8\times746}$$

এখানে,

$$h_2 = \frac{\frac{h}{2}+h}{2} = \frac{3h}{4}$$

$$\therefore t_2 = 6964.52 \text{ sec}$$

$\therefore$ মোট সময় $= t_2 + t_1$

$$= 10059.859\text{sec} \approx 10070 \text{ sec}$$

02. A well is filled in with water. Its diameter is 4 m and its depth is 12 m. A pump can evacuate all the water from the well in 20 minutes. Determine the power of the pump. (একটি কূপ পানি দিয়ে ভরা। এর ব্যাস 4 m এবং গভীরতা 12 m একটি পাম্প 20 মিনিটের মধ্যে কূপ থেকে সমস্ত পানি বের করে দিতে পারে। পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় করো।) **[IUT'22-23,14-15]**

(a) 14.78 kW (b) 17.73 kW

(c) 7.39 kW (d) 8.87 kW ⓒ

Solⁿ: $P = \frac{W}{t} = \frac{mg\frac{h}{2}}{t} = \frac{\rho V g\frac{h}{2}}{t} = \frac{10^3\times\pi\times2^2\times12\times9.8\times6}{20\times60}$

$= 7.39$ kW $[r = \frac{d}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m}]$

03. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 20 m ও ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানি শূন্য করার জন্য 5 HP এর একটি পাম্প লাগানো হল। অর্ধেক পানি তোলার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতার সম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল। প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[CKRUET'22-23; IUT'21-22]**

(a) 2.54×10^4 J (b) 1.44×10^6 J

(c) 2.34×10^4 J (d) 1.54×10^6 J

(e) 1.54×10^7 J ⓓ

Solⁿ: $W = mgh_{avg}$

$$= \frac{\pi r^2 h\rho}{2} \times g \times \frac{h}{4}$$

$$= \frac{\pi r^2 h^2 \rho g}{8}$$

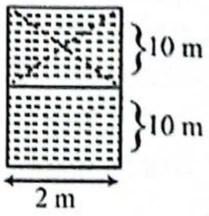
$$= \frac{\pi\times1^2\times20^2\times1000\times9.8}{8}$$

$$= 1.54 \times 10^6 \text{ J}$$

ভারকেন্দ্রের সরণ,

$$= \frac{h}{4}$$

$$= 5 \text{ m}$$



04. একটি পানি পূর্ণ কুয়ার দৈর্ঘ্য 5 m, প্রস্থ 3 m, গভীরতা 10 m। 80% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা কত? **[BUTEX'17-18]**

(a) 10.26 HP (b) 6.6 HP

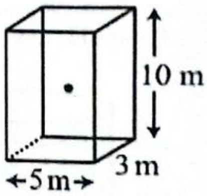
(c) 8.21 HP (d) কোনোটিই নয় ⓐ

Solⁿ: $V = 5 \times 3 \times 10 = 150 \text{ m}^3$

এখন, $m = \rho V = 1000 \times 150$

$$= 1.5 \times 10^5 \text{ kg}$$

$$h = \frac{10}{2} = 5 \text{ m}$$



$\therefore h_{avg} = 5$ m

আবার, $W = mgh_{avg} = 1.5 \times 10^5 \times 9.8 \times 5$

$$= 7.35 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\therefore P_{out} = \frac{7.35\times10^6}{20\times60\times746} = 8.21 \text{ HP}$$

$$\eta = 80\% = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$\Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{80\%}$$

$$\Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{80\%} = \frac{8.21}{80\%} = \frac{8.21}{0.8} = 10.26 \text{ HP}$$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি কূপের গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 10m ও 4m. একটি পাম্প 12 মিনিটে অর্ধপূর্ণ কূপটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্প-এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় করো। **[RUET'25-26]**

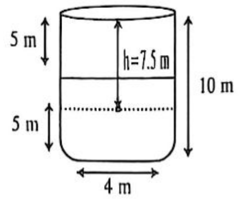
Solⁿ: কূপের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{4}{2} = 2m$

গভীরতা, $h_w = 10m$

সময়, $t = 12min$

$= (12 \times 60)s$

$= 720s$



এখন, পানির গড় সরণ, $h = \frac{\frac{h_w}{2}+h_w}{2} = \frac{3}{4}h_w = 7.5m$

$\therefore$ ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\left(\frac{1}{2}\pi r^2 h_w \rho\right)gh}{t}$

$= \frac{\left\{\frac{1}{2}\times\pi\times(2)^2\times10\times1000\right\}\times9.8\times7.5}{720}$

$= 6414.1W$

$= 8.598HP$ **(Ans.)**

02. কুয়ার গভীরতা 20m ও ব্যাস 5m হলে 60 মিনিটে খালি করতে সক্ষম। পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় করো। অতিরিক্ত দুটি পাম্প (2.5 HP) যুক্ত করলে কত সময় সাশ্রয় হবে? **[BUET'24-25]**

Solⁿ: এখানে,

$\Delta h = \frac{h}{2} = 10\ m$

$m = \rho V = \rho\pi r^2 h$

$= 1000 \times \pi \times 2.5^2 \times 20$

$= 3.927 \times 10^5\ kg$

$P_{initial} = \frac{mg\Delta h}{t}$

$= \frac{3.927\times10^5\times9.8\times10}{60\times60}$

$= 10690.14167\ W$

$P_{new} =$

$(P_{initial} + 2.5 \times 2 \times 746)\ W$

$= 14420.14167\ W$

$\therefore t_{new} = \frac{mg\Delta h}{P_{new}}$

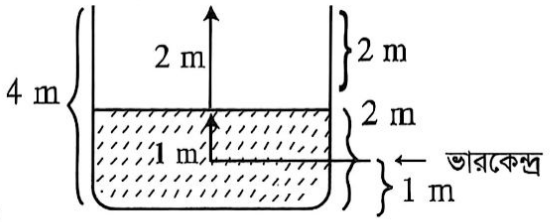
$= 2668.802\ sec$

$\Delta t = 3600 - 2668.802$

$= 931.198\ sec$ **(Ans.)**

03. কোনো একটি কুয়ার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা যথাক্রমে 6, 3 ও 4 m এবং যে কুয়াটি অর্ধেক পানি পূর্ণ অবস্থা রয়েছে। সম্পূর্ণ পানি 200 m উচ্চতার কোনো দালানে তুলতে 2 h সময় লাগে। কর্মদক্ষতা, $\eta = 70\%$ হলে প্রকৃত ক্ষমতা কত? **[BUTEX'24-25]**

Solⁿ:



$\therefore$ ভারকেন্দ্রের সরণ, $\Delta h = 1 + 2 + 200 = 203\ m$

আয়তন, $V = Ah = 72\ m^3$

এখন, $m = \frac{1}{2}\rho V$ [$\because$ অর্ধেক পানিপূর্ণ]

$= 36000\ kg$

$\therefore \eta = \frac{\frac{mg\Delta h}{t}}{P_{in}}$

$\therefore P_{in} = \frac{mg\Delta h}{t\times\eta} = \frac{36000\times9.8\times203}{2\times60\times60\times0.7} = 14210\ W$ **(Ans.)**

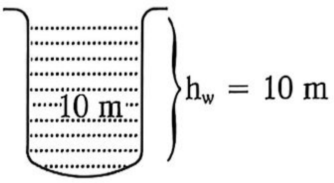
04. একটি পানিপূর্ণ পুকুরের গভীরতা 10 মিটার, দৈর্ঘ্য 10 মিটার এবং প্রস্থ 5 মিটার। 30 মিনিটে পুকুরটিকে পানি শূন্য করতে কত অশ্বক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে?

[($g = 980\ cms^{-2}$)] **[MIST'24-25]**

সমাধান: গড় গভীরতা, $h = \left(\frac{10+0}{2}\right) = 5m$

$\therefore P = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = \frac{1000\times10\times10\times5\times9.8\times5}{30\times60\times746}$

$= 18.245\ HP$ **(Ans.)**



05. একটি পানিপূর্ণ পুকুরের গভীরতা 10 মিটার, দৈর্ঘ্য 10 মিটার এবং প্রস্থ 5 মিটার। 30 মিনিটে পুকুরটিকে পানি শূন্য করতে কত অশ্বক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে?

[$g = 980cms^{-2}$] **[KUET'19-20; BUTEX'03-04]**

Solⁿ: পুকুরের পানির আয়তন,

$V = (10 \times 5 \times 10) = 500\ m^3$

গভীরতা, $h_{avg} = \frac{10}{2} = 5m$

$\therefore P = \frac{mgh_{avg}}{t} = \frac{\rho Vgh_{avg}}{t} = \frac{1000\times500\times9.8\times5}{30\times60\times746}$

$= 18.245\ HP$ **(Ans.)**

T-07: বিভবশক্তি ও গতিশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

- বিভবশক্তি, $E_p = mgh$
- গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

যেখানে, p = বস্তুর ভরবেগ, $p = \sqrt{2mE_k}$; m = বস্তুর ভর

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলূভ

01. 20 kg ভরের একটি বস্তুর বেগ $\vec{v} = 2\hat{i} + 6\hat{j} + 3\hat{k}$ হলে বস্তুটির গতিশক্তি কত? [BUET'24-25]
(a) 245 J (b) 490 J (c) 49 J (d) 980 J ⓑ

Solⁿ: $v = |\vec{v}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 6^2} = \sqrt{49}\ ms^{-1}$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times (\sqrt{49})^2 J = 490 J$

02. পাহাড়ের উপর থেকে একটি বস্তুকে ফেলে দেওয়া হলো। ভূমি থেকে 50 m উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি তার স্থিতিশক্তির 50 গুণ। পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করো। $(g = 9.8\ ms^{-2})$ [KUET'24-25]
(a) 50 m (b) 2450 m (c) 2550 m
(d) 2500 m (e) 2600 m ⓒ

Solⁿ: (c); পাহাড়ের উচ্চতা h হলে, $E_k = 50 \times E_P$

$\Rightarrow mg(h - 50) = 50 \times mg \times 50$

$\therefore h = 51 \times 50 = 2550\ m$

03. 1 জুলের সমপরিমাণ যান্ত্রিক শক্তি কত? [RUET'24-25]
(a) 10^9 erg (b) 10^7 dyne-m
(c) 10^8 erg (d) 1 Nm (e) 10^4 erg ⓓ

Solⁿ: $1 J = 1 Nm = 10^7 erg = 10^5$ dyne m

04. একটি 2000 gm ভর সম্পন্ন বস্তুর গতি $3.0\ ms^{-1}$ হলে, এর গতিশক্তি কত জুল (J)? [SUST'24-25]
(a) 3.0 (b) 2.0 (c) 9.0 (d) 18 ⓒ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9 J$

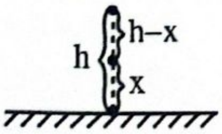
05. 60 m উঁচু থেকে একটি বস্তু ফেলা হলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির তিন গুণ হবে? [BUET'21-22; CKRUET'23-24, 22-23; IUT'21-22; BUTEX'16-17; CUET'10-11, 03-04]
(a) 15 m (b) 30 m (c) 10 m (d) 16.67 m ⓐ

Solⁿ: $3mgx = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow 3mgx = m(60 - x)g$

$[v^2 = 2g(60 - x)]$

$\Rightarrow 3x = 60 - x \therefore x = 15\ m$



06. কোন বস্তুর গতিশক্তি 800% বৃদ্ধি পেলে ভরবেগ কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে? [BUET'21-22, 08-09]
(a) 200 (b) 300 (c) 400 (d) 400 ⓐ

Solⁿ: 800% গতিশক্তি বৃদ্ধি পেলে বর্তমান গতিশক্তি পূর্বের গতিশক্তির (8 + 1) বা 9 গুণ হবে।

ভর (m) ধ্রুবক $\therefore 9 \times \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2$

$\Rightarrow v' = 3v$

পূর্বে ভরবেগ = mv

বর্তমানে ভরবেগ = 3mv

$\therefore$ বৃদ্ধি $= \frac{3mv - mv}{mv} \times 100\% = 200\%$

07. একজন বালক ও একজন লোক একত্রে দৌড়াচ্ছেন। বালকটির ভর লোকটির ভরের অর্ধেক এবং লোকটির গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির অর্ধেক। লোকটি যদি তার বেগ $1\ ms^{-1}$ বৃদ্ধি করেন, তবে তার গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির সমান হয়। বালক ও লোকটির আদিবেগ নির্ণয় কর। [CKRUET'21-22; KUET' 11-12]
(a) $2.31\ ms^{-1}, 4.62\ ms^{-1}$
(b) $2.20\ ms^{-1}, 4.30\ ms^{-1}$
(c) $2.21\ ms^{-1}, 4.82\ ms^{-1}$
(d) $2.41\ ms^{-1}, 4.62\ ms^{-1}$
(e) $2.41\ ms^{-1}, 4.82\ ms^{-1}$ ⓔ

Solⁿ: বালকের ভর m এবং বেগ v_b আবার, লোকের ভর M এবং বেগ v_m, $m = \frac{M}{2}$

$E_b = 2E_m \Rightarrow \frac{1}{2}mv_b^2 = 2 \times \frac{1}{2}Mv_m^2$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{M}{2} v_b^2 = Mv_m^2$

$\Rightarrow v_m = \frac{v_b}{2}$

$\Rightarrow v_b = 2v_m$

আবার, $\frac{1}{2}M(v_m + 1)^2 = \frac{1}{2}mv_b^2$

$\Rightarrow M(v_m + 1)^2 = \frac{M}{2}(2v_m)^2$

$\Rightarrow (v_m + 1)^2 = 2v_m^2$

$\Rightarrow v_m + 1 = \sqrt{2}v_m$

$\Rightarrow v_m(\sqrt{2} - 1) = 1$

$\therefore v_m = 2.4142\ ms^{-1}$ and $v_b = 4.8284\ ms^{-1}$

08. A tennis ball coming with velocity, $v_1 = 16ms^{-1}$ is sent back by a racket in the opposite direction with velocity, $v_2 = 20ms^{-1}$. If the change of kinetic energy of the ball is $\Delta E = 9.25J$, then calculate the change of momentum of the ball. (একটি টেনিস বল, যার বেগ $v_1 = 16ms^{-1}$, তার বিপরীত দিকে একটি র‍্যাকেট দ্বারা ফেরত পাঠানো হয়, যার বেগ $v_2 = 20ms^{-1}$। যদি বলের গতিশক্তির পরিবর্তন $\Delta E = 9.25J$ হয়, তাহলে বলের ভরবেগের পরিবর্তন গণনা করো।) [IUT'20-21]
(a) $5.626\ kg\ ms^{-1}$ (b) $6.626\ kg\ ms^{-1}$
(c) $7.626\ kg\ ms^{-1}$ (d) $4.626\ kg\ ms^{-1}$ ⓓ

Solⁿ: $\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \Delta E$

$\Rightarrow \frac{1}{2}m(20^2 - 16^2) = 9.25$

$\Rightarrow m = 0.12847\ kg$

$\therefore \Delta p = m[v_f - (-v_i)] = m(v_f + v_i)$

[বিপরীত দিকে হওয়ায়]

$= 0.12847(16 + 20)\ kgms^{-1} = 4.625\ kgms^{-1}$

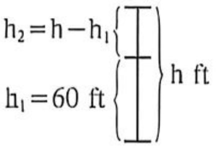
প্রশ্নমতে, $H_n = \frac{1}{20} H_0$

$\Rightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^n H_0 = \left(\frac{1}{20}\right) H_0$

$\therefore n = 10.41$; সুতরাং, 10 বার ড্রপ খেলে $H > \frac{H_0}{20}$ হবে এবং 11 বার ড্রপ খেলে $H < \frac{H_0}{20}$ হবে।

অতএব, 11 বার ড্রপ খেতে হবে। **(Ans.)**

02. একটি বস্তু ভূমি থেকে 60ft উচ্চতায় থাকা অবস্থায় তার গতিশক্তি, স্থিতিশক্তির অর্ধেক হয়। বস্তুটি কত উচ্চতা থেকে পড়েছিল? **[KUET'25-26, 19-20]**



Sol^n: $E_k = \frac{1}{2} E_p$

$\Rightarrow \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \cdot mgh_1$

$\Rightarrow 2gh_2 = gh_1$

$\therefore h_2 = \frac{h_1}{2} = 30$ft

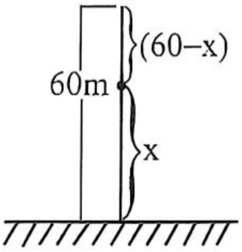
$\therefore h = h_1 + h_2 = 90$ft **(Ans.)**

03. একটি বল ভূমি থেকে 36 m উঁচু থেকে ভূমিতে রাখা একটি বস্তুকে আঘাত করে। যদি বলটির বর্তমান বিভব শক্তির $\frac{1}{3}$ অংশ বস্তুটিকে ধ্বংস করতে পারে, তাহলে কত উচ্চতা থেকে বলটি ভূমিতে পড়লে বস্তুটি ধ্বংস হবে? **[CUET'24-25]**

Sol^n: প্রশ্নমতে, $\frac{1}{3}$ mg × 36 = mg h_{req}

$\therefore h_{req} = \frac{36}{3} = 12$ m **(Ans.)**

04. 60 m উঁচু হতে একটি বস্তু ফেলা হলে ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে। **[MIST'23-24]**



সমাধান: প্রশ্নমতে, $3E_p = E_k$

$\Rightarrow 3mgx = \frac{1}{2} mv^2$

$\Rightarrow 3mgx = \frac{1}{2} m \times 2g(60 - x)$

$\Rightarrow 3mgx = mg(60 - x)$

$\Rightarrow 3x = 60 - x$

$\Rightarrow 4x = 60$

$\Rightarrow x = 15$ m **(Ans.)**

05. কোভিড-১৯ (COVID-19) অতিমারী সময়ে 4×10^3kg ভরের একটি পিকআপ ট্রাক এবং 10^3kg ভরের একটি মাইক্রোবাস অক্সিজেন সিলিন্ডার সরবরাহের জন্য একটি হাসপাতালে যাচ্ছিল। পিকআপ ট্রাকের বেগ ঘণ্টায় 80 km ছিল। একই গতিশক্তি সম্পন্ন হতে হলে মাইক্রোবাসকে কত বেগে চলতে হবে? **[BUET'20-21]**

Sol^n: $\frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} m_m v_m^2$

$\Rightarrow v_m^2 = \frac{m_p}{m_m} . v_p^2$

$\Rightarrow v_m = v_p . \sqrt{\frac{m_p}{m_m}} = 80 \times \sqrt{\frac{4 \times 10^3}{10^3}}$

$= 80 \times 2 = 160 \text{ kmh}^{-1}$

06. 2 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি থেকে খাড়া ঊর্ধ্বে নিক্ষেপ করা হলো এবং বস্তুটি 8 sec পর পুনরায় ভূমিতে ফিরে এলো। নিক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের 2 sec পরে বস্তুটির বিভবশক্তি এবং গতিশক্তি কত? ($g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$) **[RUET'10-11, 09-10]**

Sol^n: শর্তমতে, $8 = \frac{2v_0}{g}$

$\Rightarrow v_0 = 39.2 \text{ ms}^{-1}$

নিক্ষেপের মুহূর্তে, বিভব শক্তি

$= mgh = m \times g \times 0 = 0$

গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv_0^2$

$= \frac{1}{2} \times 2 \times (39.2)^2$

$= 1536.64$ J **(Ans.)**

2 sec পর, $v = v_0 - g \times 2$

$= 39.2 - (9.8 \times 2)$

$= 19.6 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore$ গতিশক্তি

$= \frac{1}{2} \times 2 \times 19.6^2$

$= 384.16$ J **(Ans.)**

$\therefore$ বিভবশক্তি

$= (0 + 1536.64) - 384.16$

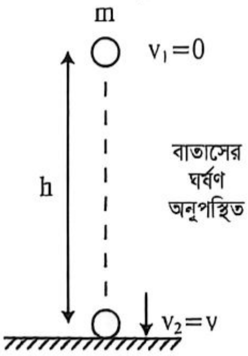
$= 1152.48$ J **(Ans.)**

T-08: শক্তির সংরক্ষণশীলতা

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ ঘর্ষণ/বাধাদানকারী বল অনুপস্থিত থাকলে, বস্তুর প্রাথমিক অবস্থায় মোট শক্তি (E_1) = বস্তুর চূড়ান্ত অবস্থায় মোট শক্তি (E_2)

Case-01:



প্রাথমিক অবস্থায় শক্তি, $E_1 = mgh$

চূড়ান্ত অবস্থায় শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2} mv^2$

$\therefore E_1 = E_2$

$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2$

Case-02:

সরল দোলকে, $E_A = E_B = E_C$

$\Rightarrow E_{P_A} + E_{K_A} = E_{P_B} + E_{K_B} = E_{P_C} + E_{K_C}$

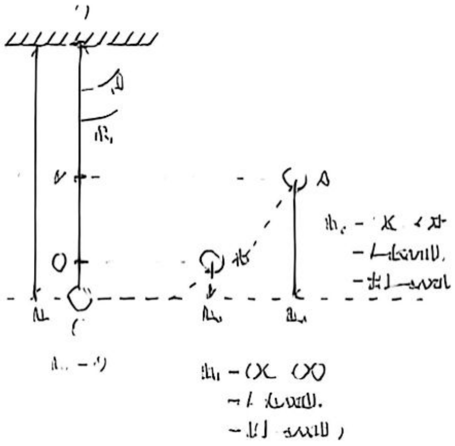
$\Rightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2$

$\Rightarrow mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_C^2$

$\therefore v_C = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2gl(1-\cos\theta_1)}$

$\therefore v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)}$

$= \sqrt{2gl(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমূহ

01. 1.2 m দৈর্ঘ্যের একটি পেন্ডুলামকে উল্লম্ব থেকে 0.2 m দূরে টেনে ছেড়ে দিলে, সর্বনিম্ন বিন্দুতে বেগ কত ms^{-1}? [BUET'24-25, IUT'18-19]

(a) 0.43 (b) 0.75
(c) 0.65 (d) 0.57 (ঘ)

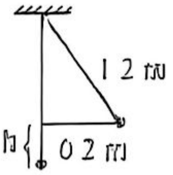
Solⁿ: $h = 1.2 - \sqrt{1.2^2 - 0.2^2}$

$= 0.0168\ m \therefore mgh = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.0168}$

$= 0.5735\ ms^{-1}$



02. একটি বস্তুকে u আদিবেগে উপরে নিক্ষেপ করলে, ভূমিতে কত বেগে আঘাত করবে? [BUET'24-25]

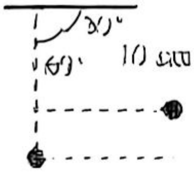
(a) u (b) 2u
(c) 4u (d) 0.5u (ক)

03. A pendulum with effective length 10 cm has mass of the bob 50 gm. By pulling the bob in one side, the thread is made horizontal and then released. When the thread made an angle of 30° with the horizontal line, then what is the kinetic energy of the bob?

(10 cm দৈর্ঘ্যের একটি কার্যকর দোলকের ভর 50 gm। ববটিকে একপাশে টেনে সুতাটিকে আনুভূমিক করা হয় এবং তারপর ছেড়ে দেওয়া হয়। যখন সুতাটি আনুভূমিক রেখার সাথে 30° কোণ তৈরি করে, তখন ববের গতিশক্তি কত?) [KUET'23-24]

(a) 0.296 J (b) 0.344 J
(c) 0.127 J (d) 0.186 J

Solⁿ: (No Answer);



$E_T = mgL = 0.05 \times 9.8 \times 0.1$

$= 0.049\ J$

$E_P = mg(L - L\cos\theta)$

$= mgL(1 - \cos\theta)$

$= 0.05 \times 9.8 \times 0.1 \times (1 - \cos 60°) = 0.0245\ J$

$E_K = E_T - E_P$

$E_K = 0.049 - 0.0245 = 0.0245\ J$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমূহ

01. 1m কার্যকরী দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের ববের ভর 300g. দোলকটিকে সাম্যাবস্থা থেকে 60° কোণে নিয়ে গিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। ববটির গতিশক্তি বের কর যখন এটি সাম্যাবস্থা দিয়ে অতিক্রম করে এবং যখন সুতা সাম্যাবস্থার সাথে 30° কোণ উৎপন্ন করে। [$g = 10\ ms^{-2}$]

[BUET'18-19, 15-16]

Solⁿ: দেওয়া আছে, $m = 300gm = 0.3\ kg$

$g = 10 ms^{-2}; l = 1m$

∴ সাম্যাবস্থা অতিক্রম কালে, অর্জিত গতিশক্তি = বিভব শক্তির পরিবর্তন $= mgl(1 - \cos\theta)$

$= 0.3 \times 10 \times (1 - \cos 60°) = 1.5\ J$ (Ans.)

আবার, সাম্যাবস্থার সাথে 30° কোণে থাকা অবস্থায়,

অর্জিত গতিশক্তি = বিভবশক্তির পরিবর্তন

$= mgl(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

$0.3 \times 10 \times 1(\cos 30° - \cos 60°)$

$= 1.0981\ J$ (Ans.)

T-09: ক্ষমতা ও কর্মদক্ষতা

কনসেপ্ট রিভিউ

- দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$
- দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\% = \frac{W_{out}}{E_{in}} \times 100\%$
- দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রদত্ত শক্তি} - \text{বর্জিত শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\% = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 100\%$
- ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{\vec{F}\cdot\vec{s}}{t} = \vec{F}\cdot\vec{v} = \frac{mgh}{t}$ [F = প্রযুক্ত বল, v = সমবেগে]
- কৌণিক গতির জন্য ক্ষমতা, $p = \vec{\tau}\cdot\vec{\omega}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. নায়াগ্রা জলপ্রপাতের একটি অংশের উপর দিয়ে $90 \times 10^6 \text{kgmin}^{-1}$ বেগে জল প্রবাহিত হয় এবং 75 m গভীরে পড়ে। এই শক্তি দিয়ে কতগুলি 100 watt এর বাল্ব জ্বালানো যাবে? **[CUET'25-26]**

(a) 661500000 (b) 110250

(c) 661500 (d) 11025000 ⓓ

(e) 6615000

Solⁿ: 1 সেকেন্ডে প্রবাহিত পানির পরিমাণ,

$m = \frac{90\times10^6}{60} = 1.5 \times 10^6$ kg

ধরি, n সংখ্যাক বাতি জ্বালানো যাবে।

∴ মোট বিভবশক্তি $= n \times 100$

$\Rightarrow 1.5 \times 10^6 \times 9.8 \times 75 = n \times 100$

$\Rightarrow n = 11025000$ টি

02. মানুষের হৃদপিণ্ড 10 cm পারদের গড় চাপের বিপরীতে প্রতিটি স্পন্দনে 75 cc রক্ত নিঃসরণ করে। নাড়ির কম্পাঙ্ক প্রতি মিনিটে 80 (eighty) হলে হৃদপিণ্ডের ক্ষমতা নিরূপণ করো। (পারদের ঘনত্ব = 13.6 gm/cc) **[CUET'25-26; BUET'23-24 Written, 21-22]**

(a) 1.33 W (b) 13.328 W

(c) 133.28 W (d) 0.133 W

(e) 1332.8 W ⓐ

Solⁿ: 1 মিনিটে হৃৎপিণ্ডের কৃতকাজ,

$W = 80 P\Delta V$

$= 79.99$ J

$P = h\rho g$

$= \frac{10}{100} \times 13600 \times 9.8$

$= 13328$ Pa

$\Delta V = 75 \times 10^{-6}$ m³

∴ ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{79.99}{60} = 1.33$ W

03. একটি জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বাঁধের গভীরতা 20 m। প্রতি সেকেন্ডে কমপক্ষে কত কেজি পানি অবশ্যই টারবাইন ব্লেডের উপর পড়লে এটি 0.5 MW বিদ্যুৎ উৎপন্ন করবে? ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$) **[RUET'24-25; BUTEX'13-14; KUET'08-09]**

(a) 25×10^2 kg (b) 25×10 kg

(c) 25×10^3 kg (d) 25×10^4 kg

(e) 25×10^6 kg

Solⁿ: $P = 0.5 \times 10^6 \text{ W} = \frac{Mgh}{t} = 5 \times 10^5$

$\therefore M = \frac{5\times10^5\times1}{10\times20} = 2500 \text{ kg} = 25 \times 10^2$ kg

04. 100 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg আম মাথায় নিয়ে 9.8 মিনিটে 100 m উচ্চ একটি পাহাড়ে আরোহণ করে। ঐ ব্যক্তির ক্ষমতা কত watt? **[SUST'24-25]**

(a) 50 (b) 100 (c) 150 (d) 200

Solⁿ: $P = \frac{mgh}{t} = \frac{120\times9.8\times100}{60\times9.8} = 200$ W

05. 110 m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1200 kg পানি উঠানো হয়। যদি ঐ পানি উঠাতে ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 40% কমে যায়, তাহলে এর অশ্বক্ষমতা কত? **[CKRUET'22-23]**

(a) 37.75 HP (b) 38 HP (c) 48.17 HP

(d) 49 HP (e) 50.2 HP

Solⁿ: $P' = \frac{mgh}{t} = \frac{1200\times9.8\times110}{60\times746} = 28.9$ HP

ক্ষমতা 40% কমে গেলে কর্মদক্ষতা 60%

$\therefore \eta = \frac{60}{100} = \frac{P'}{P}$

$\Rightarrow P = \frac{28.9}{0.6} = 48.17$ HP

2

06. এক ব্যক্তি সিঁড়ি দিয়ে তিন তলায় উঠতে এক মিনিট সময় নেয়। সিঁড়িতে 40 টি ধাপ রয়েছে এবং প্রতিটি ধাপের উচ্চতা 12 cm। ঐ ব্যক্তির ভর 80 kg হলে তার অশ্বক্ষমতা কত? **[CKRUET'23-24; RUET'14-15; CUET'14-15]**

(a) 0.094 HP (b) 0.480 HP (c) 0.048 HP
(d) 0.840 HP (e) 0.084 HP ⓔ

Sol

Sol^n: $P = \frac{mgh}{746t} = \frac{80\times9.8\times(40\times0.12)}{746\times60}$

$= 0.08407$ HP [$\because$ 1 HP = 746 W]

07. একটি ইঞ্জিন 5 মিনিটে কুয়া থেকে 10,000 লিটার পানি 10m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 70% কার্যকর হলে এর অশ্বক্ষমতা কোনটি? **[BUET'21-22, 09-10; CKRUET'20-21; KUET'18-19, 17-18; CUET'15-16, 14-15]**

(a) 3.35hp (b) 3.07hp (c) 3.65hp
(d) 4.38hp (e) 6.25hp ⓔ

Sol^n: (e); $P_{in} = \frac{100}{70} \times \frac{10,000\times9.8\times10}{5\times60\times746}$ hp $= 6.25$hp

08. 900 kg ওজনের একটি লিফট 350 kg ভর নিয়ে 100 sec সময়ে নিচতলা থেকে 18th ফ্লোরে 75 m উচ্চতায় আরোহণ করে। লিফটের প্রয়োগকৃত ক্ষমতা কত? **[CKRUET'21-22]**

(a) 9.100 kW (b) 7.500 kW
(c) 9.187 kW (d) 10.201 kW
(e) 9.180 kW ⓒ

Sol^n: $P = \frac{(M_L+M_0)gh}{t} = \frac{(900+350)\times9.8\times75}{100}$W

$= 9187.5W = 9.1875$ kW

09. An 80 W electric fan is rotating at 300 rpm. How much torque is being produced by the electric motor of the fan? Neglect all losses. (একটি 80 W বৈদ্যুতিক পাখা 300 rpm এ ঘুরছে। পাখার বৈদ্যুতিক মোটর কত টর্ক উৎপন্ন করছে? সমস্ত ক্ষয় উপেক্ষা করো।) **[IUT'21-22]**

(a) 3.55 Nm (b) 2.85 Nm
(c) 2.55 Nm (d) 2.98 Nm ⓒ

Sol^n: $P = \tau\omega$

$\Rightarrow 80 = \tau \times \frac{300\times2\pi}{60}$

$\Rightarrow \tau = \frac{80\times60}{300\times2\pi}$Nm $= 2.55$ Nm

10. A coal-fired power plant that operates at an efficiency of 38% generates 750 MW of electric power. How much heat does the plant discharge to the environment in one day (24 h)? (38% দক্ষতায় পরিচালিত একটি কয়লাচালিত বিদ্যুৎ কেন্দ্র 750 MW বিদ্যুৎ উৎপাদন করে। এক দিনে (২৪ ঘন্টা) বিদ্যুৎ কেন্দ্রটি পরিবেশে কত তাপ নির্গত করে?) **[IUT'21-22]**

(a) 1.057×10^{14} J/day (b) 2.570×10^{14} J/day
(c) 1.570×10^{14} J/day (d) 2.057×10^{14} J/day ⓐ

Sol^n: $0.38 = \frac{750\times10^6}{P_{in}}$

$\Rightarrow P_{in} = 1973.6842$ MW

এখন, $Q_2 = Q_1 - W = Q_1 - Q_1 \times \eta = Q_1(1-\eta)$

$\therefore Q_2 = P_{in} \times t \times (1-\eta)$

$= 1973.6842 \times 10^6 \times 24 \times 60 \times 60 \times (1-0.38)$J/day

$= 1.057 \times 10^{14}$ J/day

11. কোনো কুয়া থেকে 30 m উপরে পানি তোলার জন্য 5 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? [$g = 9.8$ ms^{-2}] **[CKRUET'20-21]**

(a) 1000 liters (b) 815 liters
(c) 1200 liters (d) 918 liters
(e) 1918 liters ⓓ

Sol^n: কার্যকরী ক্ষমতা, $P_{out} = P_{in} \times \eta$

$= 5 \times 10^3 \times 90\% = 4500$W

আবার, $P_{out} = \frac{mgh}{t}$

$\Rightarrow m = \frac{P_{out}t}{gh} = \frac{4500\times60}{9.8\times30} = 918.37$kg

$\therefore V = 918.37$L

12. Cart 1 (2 kg) and Cart 2 (2.5 kg) run along a frictionless, level, one-dimensional track. Cart 2 is initially at rest, and Cart 1 is traveling 0.6 ms^{-1} toward the right when it encounters cart 2. What is the efficiency of the collision with respect to kinetic energy? (Cart 1 (2 kg) এবং Cart 2 (2.5 kg) একটি ঘর্ষণহীন, সমতল, একমাত্রিক ট্র্যাকে চলমান। Cart 2 প্রাথমিকভাবে স্থির ছিল, এবং Cart 1 ডানদিকে 0.6 ms^{-1} বেগে চলছিল, তারপর এটি Cart 2-কে আঘাত করে। গতিশক্তির দৃষ্টিকোণ থেকে সংঘর্ষটির দক্ষতা কত?) **[IUT'20-21]**

(a) 16 % (b) 65 % (c) 80 % (d) 25 %

Sol^n: (No Answer);

$m_1u_1 + m_2u_2 = v(m_1 + m_2)$

$\Rightarrow v = \frac{2\times0.6}{4.5} = 0.267$ ms^{-1}

$\therefore$ Efficiency of kinetic Energy,

$\frac{\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2}{\frac{1}{2}m_1u_1^2+0} = \frac{4.5\times0.267^2}{2\times0.6^2} \times 100\% = 44.44\%$

13. একটি বানর 20 মিটার উচু নারিকেল গাছ থেকে নারিকেল ফেলছে। প্রত্যেকটি নারিকেলের ভর 3 kg এবং বানরটি প্রতি সেকেন্ডে 2 টি করে নারিকেল ফেলছে। নারিকেলের সমস্ত স্থিতিশক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে উক্ত বিদ্যুৎ শক্তির সাহায্যে কয়টি 50 ওয়াট এর বৈদ্যুতিক বাতি প্রজ্জ্বলিত করা যাবে? [$g = 10$ ms^{-2}] **[CKRUET'20-21]**

(a) 20 (b) 24 (c) 13
(d) 1176 (e) 25 ⓑ

Sol: সব স্থিতিশক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে বিদ্যুৎ উৎপাদন ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{2\times3\times10\times20}{1} = 1200W$

$\therefore$ 50W এর বাতি জ্বালানো যাবে $= \frac{1200}{50} = 24$ টি

14. A marathon runner with mass 60.0 kg runs up the stairs to the tallest building of the world Burj Khalifa of height 828 m in 30.0 minutes. What is his average power output in horsepower? (60.0 kg ওজনের একজন ম্যারাথন দৌড়বিদ 30.0 মিনিটে 828 m উচ্চতার বিশ্বের সবচেয়ে উঁচু ভবন বুর্জ খলিফায় সিঁড়ি বেয়ে উঠেন। তার গড় ক্ষমতা অশ্বক্ষমতা এককে কত?) **[IUT'19-20, 11-12]**

(a) 0.423 hp (b) 0.363 hp
(c) 0.462 hp (d) 0.333 hp ⓑ

Solⁿ: $P = \frac{mgh}{t} \div 746$ (in hp)

$= \frac{60\times9.8\times828}{30\times60} \div 746$ hp $= 0.363$ hp

15. A total of 100 J of energy is supplied to a machine. The machine is then capable of displacing a 30N object to 1.5m. What is the approximate efficiency of the machine? (একটি যন্ত্রে মোট 100 J শক্তি সরবরাহ করা হয়। এরপর যন্ত্রটি একটি 30N বস্তুকে 1.5 মিটারে সরণ ঘটাতে সক্ষম। যন্ত্রটির আনুমানিক দক্ষতা কত?) **[IUT'18-19]**

(a) 45% (b) 20% (c) 30% (d) 15% ⓐ

Solⁿ: $W_{out} = Fs = 30 \times 1.5 = 45$ [কিছু বল না থাকায় সরণ উল্লম্ব দিকে ধরে নেওয়া হলো]

$\therefore \eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\% = \frac{45}{100} \times 100\% = 45\%$

16. Along a straight horizontal road, a truck of mass 1800 kg travels. The truck's engine is working at a constant rate of 30 kW. When the truck's speed is 20 ms^{-1}, its acceleration is 0.4 ms^{-2}. The magnitude of the resistance to the motion of the truck is R newtons. Find the value of R. (একটি সরল অনুভূমিক রাস্তা ধরে, 1800 kg ভরের একটি ট্রাক চলাচল করে। ট্রাকের ইঞ্জিনটি 30 kW ধ্রুব ক্ষমতায় কাজ করছে। যখন ট্রাকের গতি 20 ms^{-1} হয়, তখন এর ত্বরণ 0.4 ms^{-2} হয়। ট্রাকের গতি প্রতিরোধের মান R নিউটন। R এর মান নির্ণয় করো।) **[IUT'18-19]**

(a) 640 (b) 820 (c) 780 (d) 960 ⓒ

Solⁿ: We know, $P = Fv \Rightarrow P = (R + ma)v$

$\Rightarrow 30 \times 10^3 = (R + 1800 \times 0.4) \times 20$

$\Rightarrow R = 780N$

17. 20000 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 560H.P. ও কর্মদক্ষতা 80%, গাড়িটিকে স্থির অবস্থা থেকে 25ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? [1 HP = 0.746 kW] **[KUET'16-17]**

(a) 3.74 sec (b) 6 sec (c) 18 sec
(d) 37.4 sec (e) 374 sec ⓒ

Solⁿ: কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 0.8 \times 560 \times 746t$ [$\because W_{out} = \eta \times P_{in}$]

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 20000 \times 25^2 = 0.8 \times 560 \times 746t$

$\Rightarrow t = 18.7$ sec

18. An electric motor develops 65kW of power as it lifts a loaded elevator to 17.5 m in 35 s. How much force does the motor exert? (একটি বৈদ্যুতিক মোটর 35 সেকেন্ডে একটি লোডেড লিফটকে 17.5 মিটার উচ্চতায় তুলে 65kW শক্তি উৎপন্ন করে। মোটরটি কত বল প্রয়োগ করে?) **[IUT'16-17]**

(a) 1.75×10^5N (b) 1.30×10^5N
(c) 1.45×10^5N (d) 1.95×10^5N ⓑ

Solⁿ: $P = \frac{F.x}{t} \therefore F = 1.3 \times 10^5N$

19. ক্রেনের সাহায্যে 200 kg ভরের একটি বোমাকে 0.1 ms^{-1} বেগে উঠানো হলে ক্রেনের ক্ষমতা কত? **[BUET'21-22; BUTEX'15-16]**

(a) 19.6 W (b) 98 W
(c) 196 W (d) 200 W ⓒ

Solⁿ: $P = Fv = mg \times v$

$= (200 \times 9.8 \times 0.1)W = 196W$

20. কোন বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি যদি v বেগে গতিশীল হয় তাহলে ক্ষমতা– **[BUTEX'15-16]**

(a) Fv (b) F/v (c) Fv/2 (d) v/F ⓐ

Solⁿ: $P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = Fv$

21. এক জুল কত কিলো-ওয়াট ঘণ্টার সমান? **[BUET'12-13]**

(a) $8.78 \times 10^{-7}kWh$ (b) $0.78 \times 10^{-7}kWh$
(c) $1.78 \times 10^{-7}kWh$ (d) $2.78 \times 10^{-7}kWh$
(e) $7.28 \times 10^{-7}kWh$ ⓓ

Solⁿ: $1 J = \frac{1}{1000}kJ = \frac{1}{1000}kW.s$

$= \frac{1}{1000\times3600}kWh = 2.78 \times 10^{-7}kWh$

22. পৃথিবীর পৃষ্ঠের 20m নিচ থেকে মোটর পাম্পের সাহায্যে পানি টেনে উঠানো হয় এবং প্রতি মিনিটে 600 kg পানি নির্গত হয়। যদি পানি বাইরে আসার বেগ 5ms^{-1} হয়, মোট পাম্পের ক্ষমতা কত? **[KUET'12-13]**

(a) 1.96 kW (b) 2 kW (c) 2.085 kW
(d) 125 kW (e) 2.085 W ⓒ

Sol^n: $m = 600\text{ kg}; h = 20\text{ m}; v = 5\text{ ms}^{-1}$

$g = 9.8\text{ ms}^{-2}; t = 60\text{ sec}$

এখানে, $P = \frac{mgh+\frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{600\times9.8\times20+\frac{1}{2}\times600\times(5)^2}{60}$

$= 2085\text{W} = 2.085\text{ kW}$

[আমরা এখানে ২ ধাপে কাজ করি। প্রথমত পানিকে টেনে উঠাই এবং গতিশক্তি প্রদান করি।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি ক্রেন প্রতিটি 50 kg ওজনের 12 টি সিমেন্টের ব্যাগ সমদ্রুতিতে 160 m উঁচু একটি নির্মাণধীন ভবনের ছাদে উঠাতে 1 min 10 sec সময় নেয়। ক্রেনটির ক্ষমতা অশ্বশক্তিতে বের করো। **[BUTEX'25-26, 04-05; RUET'19-20; BUET'17-18; CUET'08-09]**

Sol^n: ক্ষমতা, $P = \frac{mgh}{t} = \frac{(12\times50)\times9.8\times160}{(60+10)}\text{W}$

$= \frac{13440}{746} = 18.016\text{ HP}$ **(Ans.)**

02. একটি পানির পাম্প প্রতি মিনিটে 2400 kg পানি সেচ করতে পারে। যদি পানি 3 ms^{-1} বেগে পাম্প থেকে বের হয়ে আসে তাহলে পাম্পের ক্ষমতা কত? পানির পাম্পটি যদি 5 ঘণ্টা চলে তাহলে কৃতকাজের পরিমাণ কত? **[BUTEX'22-23]**

Sol^n: পাম্প কর্তৃক প্রতি মিনিটে কৃতকাজ,

$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times2400\times3^2 = 10800\text{J}$

$\therefore$ পাম্পের ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{10800}{60} = 180\text{ W}$

পানির পাম্পটি 5 ঘণ্টা চললে কৃতকাজ,

$W = Pt = 180\times5\times60\times60 = 3.24\times10^6\text{ J}$ **(Ans.)**

03. মোটরের দক্ষতা 80%, এটা একটি ক্রেনকে চালনা করছে। ক্রেনের দক্ষতা 50%, যদি মোটরের ক্ষমতা 4.73KW হয় তবে, ক্রেনটি 746 N ওজনের বস্তুকে কত গড় বেগে উপরে উঠাতে পারবে? **[BUTEX'21-22]**

Sol^n: মোটরের ক্ষমতা, $P = 4.73\text{kW} = 4730\text{W}$ এবং মোটরের কার্যকরী ক্ষমতা, $P_1 = 0.8\times4730\text{W} = 3784\text{W}$

ক্রেনের দক্ষতা = 50%, ক্রেনের কার্যকরী ক্ষমতা,

$P_2 = 0.5\,P_1 = 0.5\times3784\text{ W} = 1892\text{ W}$

এখানে, $F = 746\text{ N}$

আমরা জানি, $P_2 = Fv$

$\Rightarrow v = \frac{P_2}{F} = \frac{1892}{746} = 2.536\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

বিকল্প: সিস্টেমের কার্যকর দক্ষতা, $\eta = 0.5\times0.8 = 0.4$

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{out} = Fv = P_{in}\times\eta$

$\Rightarrow v = \frac{4.73\times10^3\times0.4}{746} = 2.536\text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

04. সর্বোচ্চ 1800 kg ভর বহনে সক্ষম একটি লিফট 2 ms^{-1} সমবেগে উপরের দিকে উঠছে। গতির বিরুদ্ধে ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বলের মান 4000N, লিফট এর জন্য সর্বনিম্ন কত HP বিশিষ্ট মটরের প্রয়োজন হবে। **[RUET'18-19]**

Sol^n: $F = 4000\text{N}\,;\ W = (1800\times9.8)\text{N}$

$\therefore T = F + W = 21640\text{N}$

$\therefore P = T\times V = (21640\times2)\text{ Watt}$

$= 43280\text{ Watt} = \frac{43280}{746}\text{HP};\ P = 58.016\text{ HP}$ **(Ans.)**

05. একটি জলবিদ্যুৎ পাওয়ার স্টেশন লেকের পানি ব্যবহার করে। টার্বাইন থেকে পানি স্তরের উচ্চতা 50m। দক্ষতা 50% ধরে 1MW ক্ষমতা পাওয়ার জন্য প্রতি সেকেন্ডে টার্বাইন দিয়ে প্রবাহিত পানির ভর নির্ণয় কর। **[RUET'18-19, 17-18; BUET'10-11]**

Sol^n: $50\%\times mgh = Pt$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\times m\times9.8\times50 = 10^6\times1$

$\Rightarrow m = 4081.633\text{ kg}$ **(Ans.)**

06. কোনো কুয়া থেকে 30 m উপরে পানি তোলার জন্য 5 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? [$g = 9.8\text{ ms}^{-2}$] **[BUET'18-19; RUET'08-09]**

Sol^n: $P = 5\times10^3\times0.9 = 4500\text{ W},$

$h = 30\text{m}, t = 1\text{min} = 60\text{s}$

সুতরাং, $P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow m = \frac{Pt}{gh} = \frac{4500\times60}{9.8\times30}$

$\therefore m = 918.367\text{ kg} \because \rho_w = \frac{m}{V} = 1\frac{\text{kg}}{\text{L}}$

$\therefore V = 918.367\text{ L}$ **(Ans.)**

07. একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000kg পানি 10m গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 40% নষ্ট হয় তাহলে এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। **[BUTEX'18-19]**

Sol^n: লব্ধ কার্যকর ক্ষমতা,

$P_{out} = \frac{mgh}{t} = \frac{1000\times9.8\times10}{60} = 1633.33\text{W}$

$\therefore$ প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$

$\Rightarrow P_{in} = \frac{1633.33}{(1-0.4)} = 2722.22\text{W} = 3.65\text{ HP}$ **(Ans.)**

08. 1200 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 H.P ও কর্মদক্ষতা 90%. গাড়ীটিকে স্থিরাবস্থা থেকে 30 ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? (1 H.P. = 0.746 kW) **[BUET'10-11]**

Sol^n: প্রাপ্ত ক্ষমতা, $P = 134.05\times746\times90\%$

$= 90001.17\text{ W}$

গতিশক্তি = কৃতকাজ $\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Pt$

$\Rightarrow t = \frac{1}{2P}mv^2$

$\Rightarrow t = 5.999922001\text{ sec}$

$\Rightarrow t \approx 6\text{ sec}$ **(Ans.)**

09. (i) ক্ষমতার মাত্রা কী?

(ii) একটি বস্তুর গতিশক্তি ও ভরবেগের সম্পর্ক কী?

[BUTEX'09-10]

(iii) 10kW শক্তি সম্পন্ন একটি ইঞ্জিনের 200 kg ভরের একটি বস্তুকে 40m উচ্চতায় তুলতে কত সময় লাগবে ($g = 10\ ms^{-2}$)?

Sol^n^: (i) ক্ষমতার মাত্রা $[ML^2T^{-3}]$

(ii) $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$

(iii) $P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow t = \frac{mgh}{P} = \frac{200\times10\times40}{10\times1000} = 8s$

10. একটি পাম্প মিনিটে 1200 gallon পরিমাণ পানি 6 ft উঁচুতে 32 fts^{-1} ($9.8\ ms^{-1}$) গতিবেগে নিক্ষেপ করতে পারে। 1 gallon পানির ভর 10 lb হলে ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।

[RUET'06-07, 05-06]

Sol^n^: $m = 1200 \times 10 \times 0.4536$

$= 5443.2\ kg\ [1lb = 0.4536\ kg]$

$6ft = 6 \times 0.3048 = 1.83m\ [1\ ft. = 0.3048\ m]$

$\therefore W = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 5443.2 \times 9.8 \times 1.83 + \frac{1}{2} \times 5443.2 \times (9.8)^2 = 359000.813\ J$

$\therefore P = \frac{W}{t} = \frac{359000.813}{60} = 5983.34\ W$

$= \frac{5983.34}{746} HP = 8.02\ HP$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

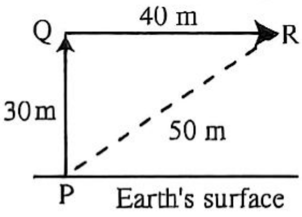
MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. L দৈর্ঘ্যের কোন ধাতব তারকে mg বল দ্বারা টানা হলে l পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। এতে তারে যে যান্ত্রিক শক্তি সঞ্চিত হয় তা হল- [তফাজ্জল স্যার]

(a) $mg(L + l)$ (b) mgl

(c) $\frac{mgl}{2}$ (d) $\frac{mg(L+l)}{2}$

02. চিত্রে দেখানো পথ দিয়ে একটি 4.0 N ওজনের পাথরকে পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে P বিন্দু থেকে R বিন্দুতে স্থানান্তরিত করা হল। পাথরটির স্থিতিশক্তি কত বৃদ্ধি পেল? [সেলু স্যার]



(a) 120 J (b) 200 J

(c) 280 J (d) 1200 J

03. ওয়াট ও অশ্ব ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক হলো- [ইস্হাক স্যার]

(a) 1 HP = 746 W (b) 1 HP = 3.4×10^5W

(c) 1 HP = 550 W (d) 1 HP = 946 W

04. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এবং ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে m ভরের কোন বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে R উচ্চতায় উঠানো বস্তুতে যে বিভব শক্তি সঞ্চিত হয় তা হল- [তফাজ্জল স্যার]

(a) $\frac{mgR}{4}$ (b) $\frac{mgR}{2}$

(c) mgR (d) 2mgR

05. 2 kg ভরের একটি কণা $\vec{v} = (2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k})m/s$ বেগ চলছিল। বাহ্যিক বল $\vec{F}$ -এর ক্রিয়ায় কণাটি থেমে গেল। $\vec{F}$ কর্তৃ কৃতকাজ কত? [সেলু স্যার

(a) 24 J (b) 12 J (c) −12J

(d) 48 J (e) −24 J

06. $250ms^{-1}$ বেগে ধাবমান 20g ভরের একটা বুলেটকে ক প্রতিরোধী বল প্রয়োগ করলে তা একটা কাঠের টুকরায় 12 cm প্রবেশ করে থেকে যাবে?

(a) 2.2×10^3 N (b) 3.2×10^3 N

(c) 4.2×10^3 N (d) 5.2×10^3 N

07. কোনো বস্তুর উপর অনেকগুলো বল ক্রিয়ারত। বস্তুটি সাম্যাবস্থা থাকলে কৃতকাজ কত?

(a) 0 (b) 250 একক

(c) −250 একক (d) None

08. 1J গতিশক্তির একটি বস্তুর গতির বিপরীতে 1N বল প্রয়োগ বস্তুটি কত দূর অগ্রসর হয়ে থেমে যাবে?

(a) 0.1cm (b) 0.001m (c) 1mm (d) 1m

09. 5 kg ভর সম্পন্ন একটি বস্তুর ওপর একটি বল $\vec{F} = (10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})N$ এর ক্রিয়ায় বস্তুটির অবস্থান $\vec{r}_1 = (8\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k})m$ থেকে অপর একটি অবস্থান $\vec{r}_2 = (12\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k})m$ -এ স্থানান্তরিত হলো। এ কৃতকাজ – [ইস্হাক স্যা

(a) 2 J (b) 3 J (c) 5 J (d) 7 J

MCQ উত্তরমালা

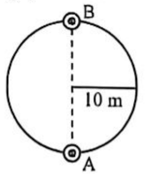
01. c	02. a	03. a	04. b	05. e
06. d	07. a	08. d	09. c	

10. 1 kg ভরের একটি বস্তু মসৃণ অনুভূমিক সমতলের উপর দিয়ে 2 ms^{-1} বেগে 1 m পথ অতিক্রম করল। অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজের পরিমাণ কত? [তফাজ্জল স্যার]
(a) শূন্য (b) 2 J (c) 1 J (d) 0.5 K

11. 4 N এর একটি সুষম বল 8 kg ভরের কোন একটি স্থির বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 2 m সরণ ঘটায়। বস্তুটি যে পরিমাণ গতিশক্তি অর্জন করে তা হল- [তফাজ্জল স্যার]
(a) 8 J (b) 16 J (c) 32 J (d) 64 J

12. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে স্প্রিং থেকে ঝুলানো হলো যার স্প্রিং ধ্রুবক 200 Nm^{-1} স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হবে-
(a) 0.05 m (b) 20.0 m (c) 2.4 m (d) 0.49 m

13. 60 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 10 m (b) 20 m (c) 30 m (d) 40 m

14. 

চিত্র-১

100 gm ভরের একটি পাথর উল্লম্বতলে 10 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে ঘুরতে ঘুরতে A অবস্থান হতে B অবস্থানে আসল [চিত্র-১]। শক্তির পরিবর্তন কত হবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 10 J (b) 20 J
(c) 30 J (d) 40 J

15. একটি পানিপূর্ণ কুপের গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 10 m ও 4 m। একটি পাম্প 20 মিনিটে কূপটিকে পানি শূন্য করতে পারে। পাম্প এর অশ্ব ক্ষমতা নির্ণয় কর। [সেলু স্যার]
(a) 5.1 HP (b) 51.28 HP
(c) 6.87 HP (d) None of them

MCQ উত্তরমালা

10. a	11. a	12. d	13. b	14. b
15. c				

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 10 ms^{-1} বেগে ছুটে আসা একটি ক্রিকেট বলকে ব্যাট দিয়ে বিপরীত দিকে 15 ms^{-1} বেগে ফেরত পাঠানো হলো। বলটির গতিশক্তির পরিবর্তন 7.5 J হলে বলটির ভরবেগের পরিবর্তন নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 3 $kgms^{-1}$]**

02. একটি বন্দুকের স্প্রিং-এর বল ধ্রুবক 1.8×10^4 Nm^{-1}। যখন লোড করা হয় তখন তা 12 cm সংকুচিত হয়। [ইস্হাক স্যার]
(a) লোড অবস্থায় স্প্রিং-এর বিভবশক্তি নির্ণয় কর। **[Ans. 129.6 J]**
(b) যখন স্প্রিংটিকে মুক্ত করা হয় তখন গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গুলির ভর 0.36 g হলে নির্গমনের সময় এর বেগ কত হবে নির্ণয় কর। **[Ans. 848.53 ms^{-1}]**

03. 60 kg ভরবিশিষ্ট এক ব্যক্তি 40 kg-এর একটি বোঝা নিয়ে $\frac{1}{10}$ নতিবিশিষ্ট একটি নততল বরাবর প্রতি ঘণ্টায় 6 km বেগে চলছে। ওই ব্যক্তি কত ক্ষমতা প্রয়োগ করছে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 163.3 W]**

04. 3.6 kg ভরের একটি বন্দুক হতে 365 J গতিশক্তি উৎপন্ন করে 0.05 kg ভরের একটি বুলেট কত বেগে নিক্ষিপ্ত হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 120.83 ms^{-1}]**

05. 2kg ভরের একটি ব্লক 0.4 m উচ্চতা থেকে টেবিলের ওপর উল্লম্বভাবে রক্ষিত স্প্রিং-এর ওপর পড়ল। যদি স্প্রিংটির বল ধ্রুবক 1960 Nm^{-1} হয়, তবে স্প্রিংটি সর্বাধিক কতটুকু সঙ্কুচিত হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 0.1 m]**

06. 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 HP ও কর্মদক্ষতা 90%। গাড়িকে স্থিরাবস্থা থেকে 20 ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 2.67 s]**

07. একটি দমকলের পাম্প মাটি থেকে 3 m নিচে অবস্থিত একটি জলাধার থেকে পানি তুলে প্রতি সেকেন্ডে 50 kg পানি ছুড়ছে এবং ওই পানি মাটি থেকে 10 m ওপরে একটি দেয়ালে লম্বভাবে 5 ms^{-1} বেগে আঘাত করছে। পাম্পটির ক্ষমতা কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 6995 W]**

08. একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে কেবল ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ পাঁচগুণ করা হয় তবে অনুরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে? [তপন স্যার] **[Ans. 25 টি]**

09. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে 5 m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো এবং বস্তুটি একটি পেরেকের ওপর দিয়ে পড়লো। পেরেকটির তীক্ষ্ম প্রান্ত মাটির সাথে স্পর্শযুক্ত ছিল। মাটির গড় প্রতিরোধ বল 49490 N হলে পেরেকটি মাটির ভেতর কতখানি প্রবেশ করবে? [তপন স্যার] **[Ans. 9.92 mm]**

10. দুটি একই ধরনের স্প্রিংয়ের উভয়ের বল ধ্রুবক 100 Nm^{-1}। স্প্রিংদ্বয়কে সমান্তরালে ও শ্রেণিতে যুক্ত করে 5 kg ভর ঝুলালে কোন ক্ষেত্রে কাজ বেশি হবে নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. শ্রেণি সমবায়ে]**

11. একটি খাড়া স্প্রিং-এ 1.2 kg ভরের একটি বস্তু জুড়ে দেয়ায় স্প্রিংটি 0.08 m প্রসারিত হয়। স্প্রিং ধ্রুবক এবং স্প্রিং এর স্থিতি শক্তি নির্ণয় করো। অতিরিক্ত কত ভর জুড়ে দিলে স্প্রিংটি আরো 0.16 m প্রসারিত হবে? [প্রামাণিক স্যার]
[Ans. 147 × Nm^{-1}, 0.4704 J, 2.4 kg]

12. 1.6 kg ভরের একটি ব্লককে 10^3 Nm^{-1} বল ধ্রুবকের একটি স্প্রিং এর সাথে আটকানো হলো। স্প্রিংটি 2 cm সংকুচিত করে স্থির অবস্থা হতে ছেড়ে দেওয়া হলো। তলটি ঘর্ষণবিহীন ও 4 N ঘর্ষণ বলের বিপরীতে সাম্যাবস্থা অতিক্রম কালে বেগের শতকরা কী পরিবর্তন হবে? [সেলু স্যার] **[Ans. 22.57%]**

13. প্রতিটি ঘনাকৃতি পাথরখণ্ডের আয়তন $0.125\ m^3$ এবং ভর 250 kg। এদের একটির উপর আরেকটি রেখে একটি স্তম্ভ তৈরি করতে 12250 J কাজ করতে হয়। পাথরের সংখ্যা নির্ণয় কর। [সেতু স্যার] [Ans. $n = 5$]

14. 7 m উঁচু থেকে 2 kg ভরের একটি পিতলের নিরেট গোলক একটি সরু তলে গড়াতে গড়াতে আসলে ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির বেগ কত? [সেতু স্যার] [Ans. $9.899\ ms^{-1}$]

15. 5 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে স্থিরাবস্থা হতে মুক্তভাবে নিচে পড়তে দিলে 10th s-এ এর অর্জিত গতিশক্তি নির্ণয় কর। [সেতু স্যার] [Ans. 4561.9 J]

16. 1000 kg ভরের একটি গাড়ি আনুভূমিক রাস্তা বরাবর $10\ ms^{-1}$ ধ্রুব গতিতে চলছে। রাস্তার ঘর্ষণজনিত বল 400 N হলে গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত? [সেতু স্যার] [Ans. 4000 W]

17. 240 N ওজনের একটি মইয়ের দৈর্ঘ্য 3.4 m ও অভিকর্ষ কেন্দ্র নিচের প্রান্ত হতে 1.5 m দূরের অবস্থিত। মইটির মাথায় 100 N ওজনের একটি বস্তু যুক্ত করে আনুভূমিক অবস্থান থেকে উল্লম্ব দেয়ালের সাথে 60° কোণে ঠেস দিয়ে রাখতে হলে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কৃতকাজ নির্ণয় কর। [সেতু স্যার] [Ans. 350 J]

18. 2kg ভরের একটি ক্ষুদ্র বস্তুর উপর $(3x^2 - 2x + 7)$N মানের একটি বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি বলের দিকে $x = 0$ অবস্থান হতে $x = 5$ অবস্থানে সরে গেলো। বলের দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [Ans: 135 J]

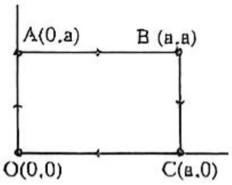
19. একটি ঘোড়া 360kg ভরের একটি ঠেলাগাড়িকে একটি উঁচু 1: 2 ঢালের রাস্তা দিয়ে টেনে নিয়ে যাচ্ছে। ঠেলাগাড়ি ও রাস্তার মধ্যে ঘর্ষণ বল 450N। এতে ঘোড়াটির 1 অশ্বক্ষমতা ব্যয় হলে ঘোড়াটি সর্বোচ্চ কত ধ্রুব গতিতে গাড়িটিকে ঢাল দিয়ে টেনে নিয়ে যেতে পারবে? ঘোড়াটির ক্ষমতার কত অংশ ঘর্ষণে এবং কত অংশ অভিকর্ষের কারণে ব্যয় হয়? [Ans. $0.367ms^{-1}, 22.19\%, 77.8076\%$]

20. একটি অনুভূমিক ঘর্ষণহীন তলের উপর 1.5 kg ভরের একটি ব্লক স্থিরাবস্থায় আছে। ব্লকটির ওপর তলের সমান্তরালে অনুভূমিক ‘x’ অক্ষ বরাবর F বল প্রযুক্ত হলো। F বলের সমীকরণ, $\vec{F}(x) = (2.5 - x^2)\hat{i}$ N; যেখানে x মিটারে প্রকাশিত ও ব্লকের আদি $x = 0$।

(a) $x = 2m$ এ ব্লকটির গতিশক্তি কত? [Ans. $\frac{7}{3}$J]

(b) $x = 0$ হতে $x = 2m$ এর মধ্যে ব্লকটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত? [Ans: 2.6352J]

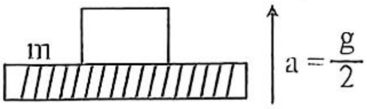
21. $\vec{F} = (2\hat{i} + 4\hat{j} + 6\hat{k})$ N বল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল হয়ে চিত্রের পথের ন্যায় কাজ সংঘটিত করে। কৃতকাজ নির্ণয় করো।



[Ans: শূন্য]

22. একজন শ্রমিক একটি 75-kg ভরের ব্লককে সরাসরি মাটি থেকে তুলে একটি লোডিং ডকে রাখতে পারেন, অথবা ব্লকটিকে মাটি থেকে একটি ঘর্ষণহীন আনত তল দিয়ে ঠেলে লোডিং ডকে তুলতে পারেন। ব্লকটি সরাসরি উপরে তুলতে 680 J কাজ করতে হয়। আনত তল দিয়ে ঠেলে তুলতে হলে ন্যূনতম 320 N বল প্রয়োগ করতে হয়। আনত তলটি অনুভূমিকের সাথে কত কোণ তৈরি করে তা নির্ণয় করো। [Ans: 25.8°] [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01]

23.



m ভরের 1টি ব্লক 1টি প্লাটফর্মের উপর রাখা যা স্থির অবস্থা থেকে $\frac{g}{2}$ সমত্বরণে চিত্রানুযায়ী উপরের দিকে গতিশীল। ব্লকটির উপর t সময়ে অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর। [প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. $\frac{3mg^2t^2}{8}$]

24. একটি অ্যারোপ্লেনের ‘take off’-এর জন্য $100\ kmh^{-1}$ গতিবেগ প্রয়োজন এবং ‘take off’ করার আগে একে অনুভূমিক রানওয়েতে 200 m গতিশীল থাকতে হয় প্লেনটির ভর 10000 kg এবং প্লেনের চাকা ও ভূমির মধ্যে ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.4। প্লেনটির ‘take off’ এর জন্য এর ইঞ্জিনকে ন্যূনতম কত বল প্রয়োগ করতে হবে নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans. 5.84×10^4 N]

25. 40 kg ভরের একটি ট্রলি 180 J গতিশক্তিসহ একটি অনুভূমিক রাস্তায় চলাকালে এর মধ্যে 20 kg ভরের একটি বস্তু খাড়াভাবে নামিয়ে দিলে মোট গতিশক্তি কত হবে? [ইসহাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans. 120 J]

26. কোনো গাছের ডাল একটা আম ঝুলছিল। একজন লোক আমটির দিকে খাড়া ওপরের দিকে একটি পাথর ছুঁড়লেন। আমটিতে আঘাত করার সময় পাথরটির বেগ $9.8\ ms^{-1}$। যদি ঐ লোক আগের তুলনায় অর্ধেক শক্তি ব্যয় করেন তবে পাথরটি কেবল আমের উচ্চতায় পৌঁছাতে পারে। আমের উচ্চতা কত? [তপন স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans. 4.9 m]

27. 0.4 kg ভরের একটি কাঠের ব্লক সিলিং থেকে সরু সুতার সাহায্যে ঝুলানো আছে। 12 g ভরের একটি বুলেট ব্লকটিকে $70ms^{-1}$ বেগে আঘাত করে এবং ব্লকের ভিতর ঢুকে ব্লকটিসহ মিলিত বেগে কিছুটা উপরে উঠে তারপর স্থির হয়ে যায়। ব্লকটি কত উপরে উঠবে নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans. 0.2123 m]

28. একটি সুষম তারের ভর M এবং দৈর্ঘ্য L। তারটি একটি অনুভূমিক তলের উপর এমনভাবে রাখা যাতে এর $\left(\frac{1}{n}\right)$ অংশ তলের ধার থেকে ঝুলন্ত অবস্থায় আছে। তারের ঝুলন্ত অংশকে তলের উপর রাখতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। [প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans. $\frac{Mgl}{2n^2}$]

29. দুটি বস্তু, A এবং B, সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। A-এর ভর 2.0 kg এবং B-এর ভর 3.0 kg। সংঘর্ষের পূর্বে বেগ ছিল $\vec{v}_{A_i} = 15\hat{i} + 30\hat{j}$ এবং $\vec{v}_{B_i} = -10\hat{i} + 5\hat{j}$। সংঘর্ষের পরে $\vec{v}_{A_f} = -6\hat{i} + 30\hat{j}$। সংঘর্ষে কতটুকু গতিশক্তি অর্জিত বা হারানো হলো?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07][Ans: −315 J]

30. 1.18-kg ভরের একটি বস্তুর উপর $F = Ax + Bx^2$ মানের একটি লব্ধি সংরক্ষণশীল বল ক্রিয়া করছে, যেখানে $A = -3.00\ Nm^{-1}$ এবং $B = -5.00\ Nm^{-2}$।

(a) $x = 2.26$ m অবস্থানে সিস্টেমের বিভব শক্তি নির্ণয় করো। ধরে নাও $U(0) = 0$। **[Ans: 243.55 J]**

(b) $x = 4.91$ m অবস্থানে বস্তুটির বেগ ঋণাত্মক x-দিকে $4.13\ ms^{-1}$ হলে $x = 1.77$ m অবস্থান অতিক্রম করার সময় এর দ্রুতি কত হবে? **[Ans: $19.7\ ms^{-1}$]**

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (c);** সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times mg \times l$

02. **Sol^n: (a);** কেবল PQ অংশে বিভবশক্তি পরিবর্তিত হবে যেহেতু এতে বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতর স্থানে নেওয়া হয়েছে। কিন্তু ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরাল ভাবে স্থানান্তরের জন্য QR অংশে বিভব শক্তি পরিবর্তন হবে না।

$\therefore$ স্থিতিশক্তির বৃদ্ধি $= Fx = 4 \times 30 = 120$ J

04. **Sol^n: (b);** আমরা জানি,

$$W = GMm\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) = GMm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R}\right)$$
$$= GMm\left(\frac{2-1}{2R}\right) = \frac{GMm}{2R} = \frac{1}{2} \times \frac{GM}{R^2} \times mR$$
$$= \frac{1}{2} mgR.$$

এখানে,
$a = R$
$b = 2R$
$g = \frac{GM}{R^2}$

05. **Sol^n: (e);** $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$

$= 0 - \frac{1}{2} \times 2 \times 24 = -24$ J

06. **Sol^n: (d);** $u = 250ms^{-1}$; $v = 0ms^{-1}$

$s = 0.12m$; $a = \frac{v^2-u^2}{2s} = -260416.6667ms^{-2}$

$\therefore$ প্রতিরোধী বল, $F = ma = 20 \times 10^{-3} \times 260416.6667$

$= 5208N = 5.2 \times 10^3 N$

08. **Sol^n: (d);** $W = Fx \Rightarrow 1 = 1 \times x \therefore x = 1$ m

09. **Sol^n: (c);** $\bar{r} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + 10\hat{k}$; $\bar{F} = 10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$

$\therefore W = \bar{F}.\bar{r} = 40 - 15 - 20 = 5$ J

10. **Sol^n: (a);** $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90° = 0.$

11. **Sol^n: (a);** গতিশক্তি = কৃতকাজ

$= Fs = 4 \times 2 = 8$ J.

12. **Sol^n: (d);** $F = kx \Rightarrow x = \frac{F}{k} = \frac{10\times9.8}{200} = 0.49$ m.

13. **Sol^n: (b);** ধরি h উচ্চতায়, $mgh = \frac{1}{2}\{mg(60 - h)\}$

$\therefore mgh = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$

$\Rightarrow mgh = 30\ mg - \frac{1}{2}mgh$

$\Rightarrow \frac{3}{2}h = 30 \Rightarrow h = \frac{60}{3} = 20$ m

14. **Sol^n: (b);** শক্তির পরিবর্তন $= mgx = mg \times 2r$

$= 0.1 \times 10 \times 2 \times 10$ J $= 20$ J ; [$g = 10\ ms^{-2}$ ধরে]

15. **Sol^n: (c);** $m = \frac{1}{4}\pi d^2 l \times \rho$; $t = 20min$

$= (20 \times 60)s$; $h = \frac{0+l}{2} = \frac{10}{2} = 5m$

$\therefore p = \frac{mgh}{t} = \frac{\frac{1}{4}\times3.1416\times4^2\times10\times10^3\times9.8\times5}{20\times60\times746}$ HP $= 6.87$ HP

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $\Delta E = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$\Rightarrow 7.5 = \frac{1}{2} \times m \times (15^2 - 10^2) \Rightarrow m = \frac{7.5}{62.5}$ kg $= 0.12$ kg

এখন, $\Delta p = m\Delta v$

$= 0.12 \times \{15 - (-10)\}\ kgms^{-1} = 3\ kgms^{-1}$ **(Ans.)**

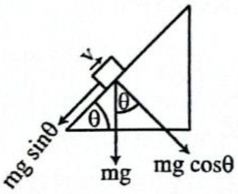
02. **Sol^n:** (a) $U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^4 \times (0.12)^2$ J

$= 129.6$ J **(Ans.)**

(b) $U = E_k \Rightarrow 129.6 = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\times129.6}{0.36\times10^{-3}}} = 848.53\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

03. **Sol^n:**



বোঝাসহ ব্যক্তির ওজন, $W = (60 + 40) \times 9.8\ N = 980\ N$

ব্যক্তি কর্তৃক প্রযুক্ত ক্ষমতা, $P = mg\sin\theta \times v$

$= 980 \times \frac{1}{10} \times \frac{5}{3}W$

[θ ক্ষুদ্র বলে $\tan\theta \approx \sin\theta \approx \frac{1}{10}$]

$= 163.3$ W **(Ans.)**

$v = 6\ kmhr^{-1}$
$= \frac{5}{3}\ ms^{-1}$

04. **Sol^n:** $E = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow 365 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times v_1^2$

$\Rightarrow v_1 = 120.83\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

05. **Sol^n:** ব্লকে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি = স্প্রিংয়ে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি

$\Rightarrow mg(h + x) = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow 2 \times 9.8 \times (0.4 + x) = \frac{1}{2} \times 1960 \times x^2$

$\therefore x = 0.1$ m

$\therefore$ স্প্রিংয়ের সর্বাধিক সংকোচন 10 cm **(Ans.)**

06. **Sol^n:** $\eta Pt = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow t = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\eta P} = \frac{\frac{1}{2}\times1200\times20^2}{0.9\times134.05\times746} = 2.67$ s **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2+mgh}{t}$

$= \frac{\frac{1}{2}\times50\times5^2+50\times9.8\times(3+10)}{1}$ W $= 6995$ W **(Ans.)**

08. **Sol^n:** মনে করি, গুলির ভর m ও বেগ v

একটি তক্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় শক্তি, $E_1 = \frac{1}{2}mv^2$

বেগ 5 গুণ করা হলে গতিশক্তি,

$E_2 = \frac{1}{2}m(5v)^2 = 25 \times \frac{1}{2}mv^2 = 25E_1$

∴ 25টি তক্তা ভেদ করতে পারবে। **(Ans.)**

09. **Sol^n:** ধরি, পেরেকটি মাটিতে x m ঢুকবে

প্রশ্নমতে, $mg(h + x) = F \times x$

$\Rightarrow 10 \times 9.8 \times (5 + x) = 49490.x$

$\Rightarrow x = 9.92 \times 10^{-3}$ m ∴ x = 9.92 mm **(Ans.)**

10. **Sol^n:** সমান্তরাল সমবায়ে কৃতকাজ, $W_1 = \frac{1}{2}k_px^2$

$= \frac{1}{2}k_p \times \left(\frac{F}{k_p}\right)^2$

$= \frac{F^2}{2k_p} = \frac{(5\times9.8)^2}{2\times(200)}$ J

$= 6.0025$ J **(Ans.)**

এখানে,

সমান্তরাল সমবায়ে, $k_p = k_1 + k_2$

$= 100 + 100 = 200\ Nm^{-1}$

শ্রেণী সমবায়ে, $k_s = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)^{-1}$

$= \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{100}\right)^{-1} = 50\ Nm^{-1}$

শ্রেণি সমবায়ে কৃতকাজ, $W_2 = \frac{1}{2}k_sx^2$

$= \frac{1}{2}\frac{F^2}{k_s} = \frac{(5\times9.8)^2}{2\times50} = 24.01$ J **(Ans.)**

সুতরাং, শ্রেণি সমবায়ে কৃতকাজ বেশি হবে।

11. **Sol^n:** ১ম ক্ষেত্রে, $F_1 = kx_1$

$\Rightarrow k = \frac{F_1}{x_1} = \frac{1.2\times9.8}{0.08}\ Nm^{-1} = 147\ Nm^{-1}$

∴ বিভব শক্তি, $U = \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2} \times 147 \times (0.08)^2\ J = 0.47\ J$

অতিরিক্ত ভর ঝুলানোর পর, $F_2 = k \cdot x_2$

$\Rightarrow (1.2 + m) \times 9.8 = 147 \times (0.08 + 0.16)$

$\Rightarrow m = 2.4$ kg **(Ans.)**

12. **Sol^n:** ঘর্ষণবিহীন তলে, $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{10^3\times(0.02)^2}{1.6}}\ ms^{-1} = 0.5\ ms^{-1}$

এখন, 4N ঘর্ষণযুক্ত তলে, $\frac{1}{2}mv_2^2 + f_kx = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow v_2^2 = \frac{kx^2-2f_kx}{m} \Rightarrow v_2^2 = \sqrt{\frac{kx^2-2f_kx}{m}}$

$= \sqrt{\frac{10^3\times(0.02)^2-2\times4\times0.02}{1.6}}\ ms^{-1} = 0.3873\ ms^{-1}$

∴ বেগের শতকরা পরিবর্তন $= \frac{0.5-0.39}{0.5} \times 100\%$

$= 22.57\%$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** $V = 0.125m^3 \Rightarrow l^3 = 0.125\ m^3 \Rightarrow l = 0.5$ m

পাথরের সংখ্যা n হলে, কৃতকাজ, $W = mgl \times \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow 12250 = 250 \times 9.8 \times 0.5 \times \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow n(n-1) = 20 \Rightarrow n^2 - n - 20 = 0$

$\Rightarrow (n-5)(n+4) = 0 \therefore n = 5, -4$

কিন্তু $n \neq -4 \therefore n = 5$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times \frac{2}{5}mr^2 \times \frac{v^2}{r^2} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}\ mv^2$

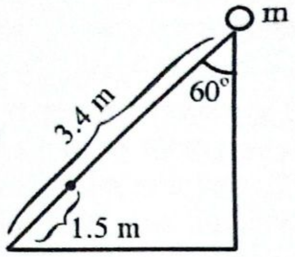
$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = \sqrt{\frac{10}{7} \times 9.8 \times 7}\ ms^{-1} = 9.899\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** $E_k = \frac{1}{2}\ m(v_{10}^2 - v_9^2)$

$= \frac{1}{2} \times 5 \times \{(10 \times 9.8)^2 - (9 \times 9.8)^2\}\ J = 4561.9\ J$ **(Ans.)**

16. **Sol^n:** $P = F_kv = 400 \times 10\ W = 4000\ W$ **(Ans.)**

17. **Sol^n:**



মোট কৃতকাজ = মই তুলতে কৃতকাজ + বস্তু তুলতে কৃতক

$= 240 \times 1.5 \times \cos 60° + 100 \times 3.4 \times \cos 60°\ J =$

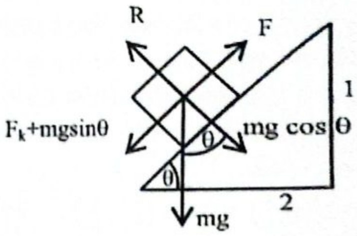
18. **Sol^n:** $W = \int_0^5 Fdx = \int_0^5 (3x^2 - 2x + 7)dx = 135J$

19. **Sol^n:** ধ্রুব গতিতে গাড়িটিকে নিয়ে যেতে তলের সমান্ত

mg sinθ মানের বল প্রয়োগ করতে হবে। এখন $P = Fv$

$746 = \left\{450 + 360 \times 9.8 \times \sin\tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)\right\}\ v$

$\therefore v = 0.3679\ ms^{-1}$



আবার, $P = Fv$ সূত্র থেকে ঘর্ষণে ব্যয়িত ক্ষমতা,

$P_1 = 450 \times 0.3679 = 165.555W$

যা মোট ক্ষমতা P এর $\frac{165.555}{746} \times 100\%$ বা 22.1924%

তাহলে, অভিকর্ষের mgsinθ উপাংশের কারণে ব্যয়িত ক্ষমত

$= (100 - 22.1924)\%$ বা, 77.8076% **(Ans.)**

20. **Sol^n:** **(a)**; m = 1.5 kg

$\vec{F}(x) = (2.5 - x^2)\hat{i}\ N$, x = 2m এ গতিশক্তি $= E_k$

কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে,

$\int_{x_i}^{x_f} \vec{F}.\vec{dx} = \Delta E_k \Rightarrow \int_0^2 (2.5 - x^2)\hat{i}.\ dx.\hat{i} = E_k - 0$

$\Rightarrow \int_0^2 (2.5 - x^2)dx = E_k \Rightarrow E_k = \frac{7}{3} J$

(b) $E_k = \int_0^x (2.5 - x^2)dx = 2.5x - \frac{x^3}{3}$ [eq^n of kinet

এখন সর্বোচ্চ গতিশক্তি (Maxima) এর জন্য, $\frac{d}{dx}(E_k) = 0$

$\Rightarrow \frac{d}{dx}\left(2.5x - \frac{x^3}{3}\right) = 0 \Rightarrow 2.5 - x^2 = 0 \Rightarrow x^2 = 2.5$

$\Rightarrow x = \pm\frac{\sqrt{10}}{2}$ m

∴ x = 0 থেকে x = 2m এর মধ্যে $x = \frac{\sqrt{10}}{2}$ m এ গতিশক্তি

সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $E_{k_{max}} = \int_0^{\frac{\sqrt{10}}{2}} (2.5 - x^2)dx = 2.635$

21. **Sol^n:** এখানে, পূর্ণচক্রে কাজ সংঘটিত হয়েছে। অর্থাৎ, স

দ্বারা কাজ হবার সম্ভাবনা আছে। শর্ত অনুযায়ী দেখা যাক।

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2 & 4 & 6 \end{vmatrix} = 0$$

অর্থাৎ, বলটি সংরক্ষণশীল বল। সুতরাং, কৃতকাজ শূন্য হবে

22. সমাধান: আনত তলে ঠেলে তোলার জন্য ন্যূনতম বল,

$F = mg\sin\theta$ (যেহেতু ঘর্ষণহীন)।

$320 = 75 \times 9.8 \times \sin\theta$

$\sin\theta = \frac{320}{735} \approx 0.4354$

$\theta = \sin^{-1}(0.4354) \approx 25.8^\circ$(Ans.)

23. **Sol^n:** t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = \frac{1}{2}g't^2 = \frac{1}{2} \times \frac{g}{2} \times t^2 = \frac{gt^2}{4}$

অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়া, $R = m(g + a) = m\left(g + \frac{g}{2}\right) = \frac{3\,mg}{2}$

$\therefore$ প্রতিক্রিয়া দ্বারা কৃতকাজ, $W = \frac{3mg}{2} \times h = \frac{3mg}{2} \times h$

$= \frac{3mg^2t^2}{8}$ **(Ans.)**

24. এখানে, $v = 100\ \mathrm{kmh^{-1}} = \frac{100}{3.6}\ \mathrm{ms^{-1}} = 27.77\ \mathrm{ms^{-1}}$

Sol^n: ধরি, ন্যূনতম বল F_{min}

শর্তানুসারে, $F_{min} \times s = F_k s + \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow F_{min} = \frac{\mu mgs + \frac{1}{2}mv^2}{s} = \frac{0.4 \times 10000 \times 9.8 \times 200 + \frac{1}{2} \times 10000 \times (27.77)^2}{200}\ \mathrm{N}$

$= 5.84 \times 10^4\ \mathrm{N}$ **(Ans.)**

25. **Sol^n:** ট্রলির বেগ, v_1

$\therefore E_1 = \frac{1}{2}\,m_1v_1^2 \Rightarrow 180 = \frac{1}{2} \times 40 \times v_1^2 \Rightarrow v_1 = 3\mathrm{ms^{-1}}$

$m_2 = 20\ \mathrm{kg}$ ভরের বস্তু নামিয়ে দিলে বেগ v_2 হলে,

$m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{40 \times 3}{40+20}\ \mathrm{ms^{-1}} = 2\ \mathrm{ms^{-1}}$

$\therefore$ বর্তমানে এর গতিশক্তি $E_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_2^2$

$= \frac{1}{2} \times (20 + 40) \times 2^2\ \mathrm{J} = 120\ \mathrm{J}$ **(Ans.)**

26. **Sol^n:** ধরি, আমের উচ্চতা h এবং পাথরের আদিবেগ u

$\therefore$ ১ম ক্ষেত্রে, $\frac{1}{2}\,mu^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$

$\Rightarrow \frac{1}{2}u^2 = \frac{1}{2} \times 9.8^2 + 9.8 \times h$

$\Rightarrow u^2 = 96.04 + 19.6\,h$.........(i)

$\therefore$ ২য় ক্ষেত্রে, $\frac{\frac{1}{2}mu^2}{2} = mgh \Rightarrow \frac{u^2}{4} = gh$

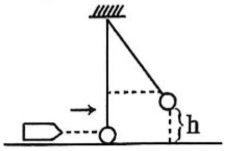
$\Rightarrow u^2 = 39.2h$.........(ii)

(i) ও (ii) হতে, $96.04 + 19.6\,h = 39.2h$

$\Rightarrow h = \frac{96.04}{19.6}\ \mathrm{m} = 4.9\ \mathrm{m}$ **(Ans.)**

27. এখানে, m_1 = কাঠের ব্লকের ওজন; u_1 = কাঠের ব্লকের প্রাথমিক বেগ

m_2 = বুলেটের ওজন; u_2 = বুলেটের প্রাথমিক বেগ; v = মিলিত বেগ



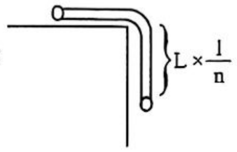
Sol^n: $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

$\Rightarrow v = \frac{m_1u_1+m_2u_2}{m_1+m_2} = \frac{0.4 \times 0 + 0.012 \times 70}{0.4+0.012}\ \mathrm{ms^{-1}} = 2.04\ \mathrm{ms^{-1}}$

ব্লকটি h m উপরে উঠলে, $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = (m_1 + m_2)gh$

$v^2 = 2gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(2.04)^2}{2 \times 9.8}\ \mathrm{m} = 0.2123\ \mathrm{m}$ **(Ans.)**

28. **Sol^n:**



ঝুলন্ত অংশের ভর, $m = M \times \frac{1}{n} = \frac{M}{n}$

ঝুলন্ত অংশ উপরে উঠাতে ভরকেন্দ্রের সরণ, $h = \frac{\frac{L}{n}}{2} = \frac{L}{2n}$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = mgh = \frac{M}{n} \times g \times \frac{L}{2n} = \frac{MgL}{2n^2}$ **(Ans.)**

29. সমাধান: ভরবেগের নিত্যতা ব্যবহার করে B-এর শেষবেগ $\vec{v}_{B_f}$ নির্ণয়:

$m_A\vec{v}_{A_i} + m_B\vec{v}_{B_i} = m_A\vec{v}_{A_f} + m_B\vec{v}_{B_f}$

$2(15\hat{i} + 30\hat{j}) + 3(-10\hat{i} + 5\hat{j}) = 2(-6\hat{i} + 30\hat{j}) + 3(v_{B_f})$

$\Rightarrow v_{B_f} = 4\hat{i} + 5\hat{j}$

আদি গতিশক্তি:

$K_i = \frac{1}{2}(2)(15^2 + 30^2) + \frac{1}{2}(3)((-10)^2 + 5^2)$

$= 1125 + 187.5$

$= 1312.5\ \mathrm{J}$

শেষ গতিশক্তি:

$K_f = \frac{1}{2}(2)((-6)^2 + 30^2) + \frac{1}{2}(3)(4^2 + 5^2)$

$= 936 + 61.5 = 997.5\ \mathrm{J}$

গতিশক্তির পরিবর্তন:

$\Delta K = 997.5 - 1312.5 = -315\ \mathrm{J}$ (Ans.)

30. সমাধান: $U(x) = -\int_0^x F\,dx = -\int_0^x(-3x - 5x^2)dx$

$= 1.5x^2 + \frac{5}{3}x^3$

x = 2.26 m বসিয়ে:

$U(2.26) = 1.5(2.26)^2 + \frac{5}{3}(2.26)^3$

$= 7.661 + 19.241 \approx 26.9\ \mathrm{J}$

যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা: $E = K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$x_1 = 4.91$ m এ শক্তি:

$U(4.91) = 1.5(4.91)^2 + 1.667(4.91)^3$

$= 36.16 + 197.33 = 233.49\ \mathrm{J}$

$K_1 = \frac{1}{2}(1.18)(4.13)^2 = 10.06\ \mathrm{J}$

$E_{total} = 243.55\ \mathrm{J}$

$x_2 = 1.77$ এ শক্তি:

$U(1.77) = 1.5(1.77)^2 + 1.667(1.77)^3$

$= 4.70 + 9.24 = 13.94\ \mathrm{J}$

$K_2 = E_{total} - U(1.77) = 243.55 - 13.94$

$= 229.61\ \mathrm{J}$

$\frac{1}{2}(1.18)v_2^2 = 229.61$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2 \times 229.61}{1.18}} \approx 19.7\ \mathrm{ms^{-1}}$ (Ans.)

> "একটি ভালো আইডিয়া সবসময়েই পাগলের প্রলাপ যতক্ষণ না আমরা সেটা ঘটতে দেখি"
>
> \- Ashlee Vance

অধ্যায় ০৬

মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

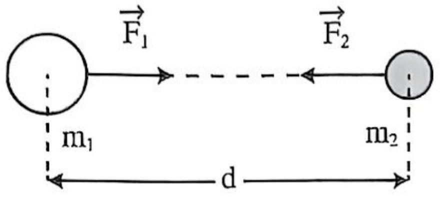
টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪	T-01: বিন্দু ভরের বস্তুর মধ্যে মহাকর্ষ বল ও প্রাবল্য	03	04	BUET’24-25, 23-24; IUT’22-23	RUET’08-09; RUET’06-07; BUTEX’09-10; IUT’20-21
✪✪✪	T-02: অভিকর্ষজ ত্বরণ	27	07	BUET’24-25, 23-24, 12-13, 02-03, 09-10; RUET'24-25, 10-11, 11-12; BUTEX’17-18, 16-17, 15-16 12-13; CKRUET’22-23, 21-22; IUT’20-21, 19-20; KUET' 18-19, 17-18, 16-17, 15-16 14-15, 10-11	BUET'25-26, 16-17; KUET'25-26; RUET'19-20; BUTEX’22-23, 20-21; MIST’22-23
✪	T-03: মহাকর্ষীয় বিভব	01	-	IUT’19-20	-
✪	T-04: বিভিন্ন ধরনের গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব	-	02	BUET’24-25	MIST’23-24; BUET'16-17
✪✪	T-05: মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি	01	04	RUET'24-25	BUET’22-23, 19-20, 05-06
✪✪✪	T-06: মুক্তিবেগ	14	06	BUET’24-25, 22-23, 13-14, 11-12, 03-04; KUET’05-06; RUET’13-14, 09-10; CUET’13-14; BUTEX’17-18, 16-17, 12-13	BUET’03-04; KUET’05-06; RUET’17-18, 13-14, 09-10; CUET’13-14;
✪✪✪	T-07: উপগ্রহের গতি	17	12	BUET’24-25, 22-23, 10-11, 06-07; KUET'24-25; RUET’14-15; CUET’25-26, 15-16; CKRUET’23-24; IUT’23-24, 18-19, 17-18, 14-15; BUTEX’14-15; SUST'24-25	BUET’25-26, 23-24, 20-21, 17-18 14-15, 10-11; KUET'19-20; RUET’25-26, 17-18; CUET’04-05; BUTEX’07-08; MIST’24-2
✪✪	T-08: কেপলারের সূত্র	11	-	BUET’24-25, 23-24 KUET'24-25; RUET’12-13; CUET'25-26 IUT’22-23,16-17, 14-15; SUST'25-26	-

T-01: বিন্দু ভরের বস্তুর মধ্যে মহাকর্ষ বল ও প্রাবল্য

কনসেপ্ট রিভিউ



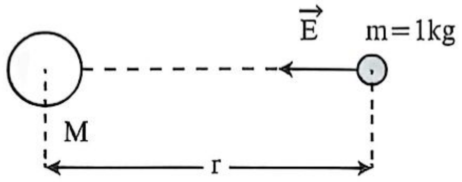
$F = |\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$

F_1 = ১ম বস্তুর উপর অপর বস্তুর আকর্ষণ বল

F_2 = ২য় বস্তুর উপর অপর বস্তুর আকর্ষণ বল

$d = m_1$ ও m_2 ভরের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব

[পরীক্ষায় যে সকল বস্তুর দৈর্ঘ্য/প্রস্থ/উচ্চতা/ব্যাসার্ধ দেয়া থাকবে না, তারাই বিন্দু বস্তু]



$E = \frac{GM}{r^2}$

M ভরের বস্তু থেকে r দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুর মহাকর্ষীয় প্রাবল্য (E) = P বিন্দুতে অবস্থিত 1kg ভরের বস্তুর উপর M ভরের বস্তুর আকর্ষণ বল = $\frac{GM}{r^2}$ (একক: Nkg^{-1})

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের একক কোনটি? **[BUET'24-25]**

(a) kgm^2s^{-2} (b) $kg^{-1}m^3s^{-2}$

(c) $kgm^{-3}s^2$ (d) $kg^{-2}m^3s^{-1}$ ⓑ

Sol^n: $Nm^2kg^{-2} = kg\ ms^{-2}m^2kg^{-2} = kg^{-1}m^3s^{-2}$

02. পৃথিবীর ভর 5.98×10^{24}kg ও ব্যাসার্ধ 6380 km হলে, গড় ঘনত্ব কত? **[BUET'23-24]**

(a) 5464.15 kgm^{-3} (b) 5497.31 kgm^{-3}

(c) 5.5×10^3 kgm^{-3} (d) 5.436×10^3 kgm^{-3} ⓑ

Sol^n: ঘনত্ব, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{5.98\times10^{24}}{\frac{4}{3}\pi(6380\times1000)^3}$

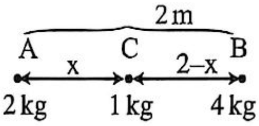
$= 5497.31\ kgm^{-3}$

03. Two bodies A and B have masses 2 kg and 4 kg respectively, and they are separated by 2 m. On their connecting line, a body C of mass 1 kg is placed so that the gravitational force on C is zero. Determine the distance of C from A. (Ignore gravitational forces with everything else) (দুটি বস্তু A এবং B এর ভর যথাক্রমে 2 কেজি এবং 4 কেজি, এবং তারা 2 মিটার দূরে অবস্থিত। তাদের সংযোগ রেখায়, 1 কেজি ভরের একটি বস্তু C এমনভাবে স্থাপন করা হয়েছে যাতে C এর উপর মহাকর্ষ বল শূন্য হয়। A থেকে C এর দূরত্ব নির্ণয় করো। (অন্য সবকিছুর সাথে মহাকর্ষ বল উপেক্ষা করো) **[IUT'22-23]**

(a) 0.83 m (b) 1 m (c) 0.67 m (d) 1.33 m ⓐ

Sol^n: $F_{CA} = F_{CB} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{4}{(2-x)^2}$

$\Rightarrow \frac{2-x}{x} = \pm\sqrt{2}$



By taking positive value,

$2 - x = \sqrt{(2)}x$

$\Rightarrow x = \frac{2}{1+\sqrt{2}}$

$\therefore x = 0.828\ m \approx 0.83\ m$

By taking negative value,

$2 - x = -\sqrt{2}x$

$\Rightarrow x = \frac{2}{1-\sqrt{2}}$

$\therefore x = -4.828\ m$

[Not acceptable]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. তাপমাত্রা বাড়লে মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান কী হবে? **[BUTEX'09-10]**

Sol^n: কোনো পরিবর্তন হবে না। এটি সর্বজনীন ধ্রুবক, যা কোনোকিছু দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

02. পৃথিবীর ভর চন্দ্রের ভরের 81 গুণ এবং তাদের কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 38.6×10^4km। চন্দ্র ও পৃথিবীর সংযোগকারী রেখার কোথায় কোনো বস্তুর উপর উভয়ের টান সমান হবে? **[IUT'20-21; RUET'08-09]**

Sol^n: ধরি, পৃথিবী থেকে x দূরত্বে টান সমান হবে।

পৃথিবীর ভর = M; চন্দ্রের ভর = $\frac{M}{81}$; বস্তুর ভর = m

এখন, পৃথিবী বস্তুটিকে F_1 বলে টানলে $F_1 = \frac{GMm}{x^2}$

চন্দ্র বস্তুটিকে F_2 বলে টানলে, $F_2 = \frac{G\frac{M}{81}\cdot m}{(38.6\times10^4\times10^3-x)^2}$

$F_1 = F_2$ বলে, $\frac{1}{81\,(38.6\times10^7-x)^2} = \frac{1}{x^2}$

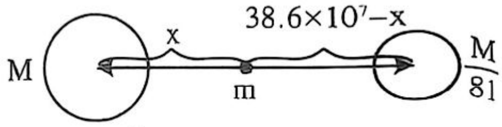
$\Rightarrow x^2 = 81(38.6\times10^7 - x)^2$

$\Rightarrow x = 9(38.6\times10^7 - x)$

$\Rightarrow 10x = 9\times38.6\times10^7$

$\therefore x = 3.474\times10^8$ m

Shortcut:



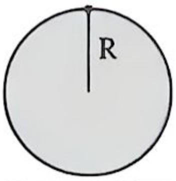
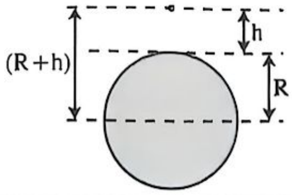
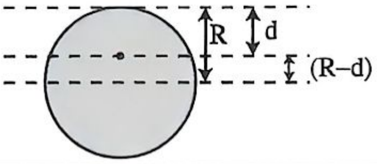
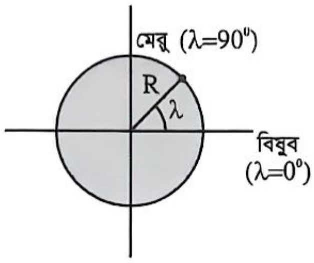
পৃথিবী হতে, $x = \frac{38.6\times10^7}{\sqrt{\frac{1}{81}}+1} = 3.474\times10^8$ m **(Ans.)**

03. পৃথিবী ও সূর্য সমান বলে একে অপরকে আকর্ষণ করে। তবু পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে ঘোরে কেন? **[RUET'06-07**

Sol^n: পৃথিবী ও সূর্য পরস্পরকে সমান মহাকর্ষ বলে আকর্ষ করে। এই মহাকর্ষ বল পৃথিবীর ঘোরার জন্য প্রয়োজনী কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। এই মহাকর্ষ বল সূর্যের বিশা ভরের জন্য এর উপর কোনো ত্বরণ তৈরি করতে পারে না। সে জন্য সূর্য পৃথিবীর চারদিকে ঘোরে না।

T-02: অভিকর্ষজ ত্বরণ

কনসেপ্ট রিভিউ

গ্রহের পৃষ্ঠে	 R	$g = \frac{GM}{R^2}$ $M = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$ $\therefore g = \frac{4}{3}\pi GR\rho$
গ্রহের পৃষ্ঠ হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায়	 h (R+h) R	$g_{up} = \frac{GM}{(R+h)^2} = g\times\frac{R^2}{(R+h)^2}$ $h \ll R$ হলে, $g_{up} = g\left(1-\frac{2h}{R}\right)$ [উল্লেখ্য উচ্চতার মান খুবই ক্ষুদ্র হলেই এই সূত্র ব্যবহারযোগ্য]
পৃষ্ঠ হতে নির্দিষ্ট গভীরতায়	 R d (R–d)	$g_{down} = g\left(1-\frac{d}{R}\right)$
নির্দিষ্ট অক্ষাংশে	 মেরু (λ=90°) R λ বিষুব (λ=0°)	λ অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$ বিষুবীয় অঞ্চলে, $g_\lambda = g - \omega^2 R$ মেরু অঞ্চলে, $g_\lambda = g$ এখানে, $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$ $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600}\ \text{rads}^{-1}$ $R = 6400$ km

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোনো একটি গ্রহের ভর পৃথিবীর 0.4 গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর অর্ধেক; ঐ গ্রহের g এর মান কত? **[BUET'24-25; KUET'14-15]**

(a) $9.8\ \text{ms}^{-2}$ (b) $12.86\ \text{ms}^{-2}$
(c) $15.68\ \text{ms}^{-2}$ (d) $6.125\ \text{ms}^{-2}$ ⓒ

Sol^n: $g' = g\times\frac{0.4}{(0.5)^2} = g\times1.6$
$= 9.8\times1.6\ \text{ms}^{-2} = 15.68\ \text{ms}^{-2}$

02. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃষ্ঠের এক-পঞ্চমাংশ হবে? **[BUET'24-25]**

(a) $\frac{4}{5}$ R (b) $\frac{1}{5}$ R
(c) $R(\sqrt{5}-1)$ (d) None

Solⁿ: $g_d = \frac{g}{5} \Rightarrow g\left(1-\frac{d}{R}\right) = g\frac{1}{5} \Rightarrow \frac{d}{R} = \frac{4}{5}$

$\therefore d = \frac{4}{5}\times R$

03. পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবী পৃষ্ঠে $\frac{G}{g}$ এর মান কত? **[RUET'24-25, 12-13]**

(a) MR^2 (b) $\frac{M}{R^2}$ (c) $\frac{R^2}{M}$

(d) $\frac{M}{R}$ (e) $\frac{R}{M^2}$ ⓒ

Solⁿ: $g = \frac{GM}{R^2} \therefore \frac{G}{g} = \frac{R^2}{M}$

04. পৃথিবীর ঘূর্ণন থেমে গেলে বস্তুর ওজন কী হবে? **[RUET'24-25]**

(a) Decreased (b) Infinite

(c) Remain constant (d) Zero

(e) Increased ⓔ

Solⁿ: $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

ঘূর্ণন বন্ধ হলে g′ বাড়বে, ওজনও বাড়বে।

05. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় g-এর মান শূন্য হবে? **[BUTEX'17-18]**

(a) R (b) 2R (c) $\frac{R}{2}$ (d) 4R

Solⁿ: (সঠিক উত্তর নেই); $g_{up} = g\frac{R^2}{(R+h)^2} = 0$

$\therefore h \to \infty$

[Note: যদি উচ্চতা না হয়ে গভীরতা হতো,

$g_{down} = g\left(1-\frac{d}{R}\right) = 0 \therefore 1-\frac{d}{R} \therefore d = R$

অর্থাৎ, পৃথিবীর কেন্দ্রে-g এর মান শূন্য]

06. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় গেলে সেখানকার অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের এক শতাংশ হবে? পৃথিবীকে 6.4×10^6 m ব্যাসার্ধের গোলক মনে করো। **[IUT'20-21; BUTEX'17-18]**

(a) $37.4\times10^5\ Nm^{-2}$ (b) $10\times10^4\ Nm^{-2}$

(c) $2.1\times10^5\ Nm^{-2}$ (d) 57.6×10^6 m ⓓ

Solⁿ: $g_{up} = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow 1\%g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

$\Rightarrow \frac{9.8}{100} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6400\times1000+h)^2}$

$\Rightarrow h = 57.6\times10^6$ m (approx.)

07. পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি ইটের ওজন 81 N. পৃথিবীর অর্ধেক ব্যাসার্ধের সমান উচ্চতায় এবং অর্ধেক ব্যাসার্ধের সমান গভীরতায় ইটটির উপরে পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের মান কত হবে? **[CKRUET'22-23]**

(a) 36 N and 81 N (b) 36 N and 40.5 N

(c) 98 N and 40.5 N (d) 81 N and 81 N

(e) 36 N and 20.25 N ⓑ

Solⁿ: $\frac{R}{2}$ উচ্চতায়, $g_{up} = \frac{gR^2}{\left(R+\frac{R}{2}\right)^2}$

$= \frac{g}{\left(\frac{3}{2}\right)^2} = \frac{4g}{9} \therefore g_{up} = \frac{4g}{9}$

$\therefore W_h = \frac{4W}{9} = \frac{4\times81}{9} = 36$ N

$\frac{R}{2}$ গভীরতায়,

$g_d = \left(1-\frac{\frac{R}{2}}{R}\right)\times g$

$\Rightarrow g_d = \frac{g}{2}$

$\therefore W_d = \frac{W}{2} = \frac{81}{2}$

$= 40.5$ N

08. একজন অ্যাথলেট পৃথিবীতে দীর্ঘ লাফ দিয়ে সর্বোচ্চ 4 m দূরত্ব যেতে পারেন। এই অ্যাথলেট চাঁদের পৃষ্ঠে দীর্ঘ লাফ দিয়ে সর্বোচ্চ কত দূর যেতে পারেন? [পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 গুণ ও 4 গুণ।] **[CKRUET'22-23; RUET' 10-11]**

(a) 0.79 m (b) 9 m (c) 20.25 m

(d) 16 m (e) 32.35 m ⓒ

Solⁿ: চাঁদে ত্বরণ g′ হলে, $\frac{g'}{g} = \frac{M'}{R'^2}\times\frac{R^2}{M} = \frac{4^2}{81}$

$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{16}{81} \therefore \frac{g}{g'} = \frac{81}{16}$

∴ অ্যাথলেটের ক্ষেত্রে, $mgh = mg'h'$

$\therefore h' = \frac{gh}{g'} = \frac{81\times4}{16} = 20.25$ m

09. যদি পৃথিবী পৃষ্ঠে এবং 'h' গভীরতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান যথাক্রমে g এবং g′ হয়, তবে g এবং g′ এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। মনে কর, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R. **[CKRUET'21-22]**

(a) $g' = g\left(1-\frac{h}{R}\right)$ (b) $g' = g\left(\frac{R}{R-h}\right)$

(c) $g' = g\left(\frac{R-h}{R}\right)^2$ (d) $g' = g(R-h)$

(e) $g' = g(R+h)$ ⓐ

10. An object has a mass of 36 kg and weight 360 N at the surface of the Earth. If this object is transported to an altitude that is twice the Earth's radius, what is the objects mass and weight, respectively? (একটি বস্তুর ভর 36 kg এবং ওজন 360 N যখন এটি পৃথিবীর পৃষ্ঠে অবস্থান করছে। যদি বস্তুটিকে এমন একটি উচ্চতায় নিয়ে যাওয়া হয় যা পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ, তবে ওই বস্তুর ভর এবং ওজন যথাক্রমে কত হবে?) **[IUT'20-21; KUET'18-19, 17-18, 16-17, 10-11; BUET'02-03]**

(a) 9 kg and 90 N (b) 36 kg and 90 N

(c) 4 kg and 90 N (d) 36 kg and 40 N ⓓ

Solⁿ: $\frac{W'}{W} = \frac{mg'}{mg} = \frac{\frac{GM}{(R+2R)^2}}{\frac{GM}{R^2}} = \frac{1}{9}$

$\Rightarrow W' = W\times\frac{1}{9} = 360\times\frac{1}{9} = 40$ N

Here, mass of the object remains same.

11. The height at which the acceleration due to gravity becomes $\frac{g}{9}$ (where $g =$ the acceleration due to gravity on the surface of the earth. In terms of R, the radius of the earth, is-
(যে উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $\frac{g}{9}$ (যেখানে, $g =$ পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ) হয়ে যায়, সেই উচ্চতা পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এর মানের ভিত্তিতে কত?) **[IUT'19-20]**

(a) $\frac{R}{2}$ (b) $\sqrt{2}\,R$ (c) 2R (d) $\frac{R}{\sqrt{2}}$ ⓒ

Sol^n: $\frac{1}{9}g = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{R}{R+h} = \frac{1}{3}$
$\Rightarrow 3R = R + h \Rightarrow h = 2R$

12. একই ঘনত্বের দুটি গ্রহের ব্যাসার্ধের অনুপাত 2: 1 হলে এদের পৃষ্ঠে g এর অনুপাত কত হবে? **[BUTEX'16-17]**

(a) 2: 1 (b) 1: 2 (c) 4: 1 (d) 1: 4 ⓐ

Sol^n: $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4}{3}\pi\rho GR$ ঘনত্ব একই হলে $g \propto R$
$\therefore \frac{g_1}{g_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{1} = 2:1$

13. পৃথিবীতে একটি বস্তুর ওজন 180 kg-wt। মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের $\frac{1}{9}$ এবং ব্যাসার্ধ $\frac{1}{2}$ হলে, মঙ্গলগ্রহের বস্তুটির ওজন কত? **[KUET'15-16, 14-15; BUTEX'15-16]**

(a) 100 kg-wt (b) 180kg-wt
(c) 80kg-wt (d) 1620kg-wt
(e) 20kg-wt ⓒ

Sol^n: $\frac{W_m}{W_e} = \frac{\frac{GM_m}{R_m^2}}{\frac{GM_e}{R_e^2}} = \left(\frac{M_m}{M_e}\right)\left(\frac{R_e}{R_m}\right)^2 = \frac{1}{9} \times 4$
$\Rightarrow W_m = 180 \times \frac{4}{9} = 80$ kg-wt

14. মহাশূন্যযানে ওজনহীন অনুভবের কারণ- **[BUTEX'12-13]**

(a) জড়তাহীনতা
(b) মাধ্যাকর্ষণহীনতা
(c) ত্বরান্বিত বলের অনুপস্থিতির জন্য
(d) মহাকাশযানের মুক্তভাবে পতিত হওয়ার জন্য ⓓ

15. কোনটি পৃথিবীর ভরের সঠিক সূত্র? **[RUET'11-12]**

(a) $M = \frac{gR^2}{G^2}$ (b) $M = \frac{GR^2}{g}$
(c) $M = \frac{gR^2}{G}$ (d) $M = \frac{g^2R}{G}$
(e) $M = \frac{GR}{g^2}$ ⓒ

Sol^n: $g = \frac{GM}{R^2} \therefore M = \frac{gR^2}{G}$

16. এক ব্যক্তির ওজন পৃথিবীপৃষ্ঠে 785N এবং মঙ্গলগ্রহ পৃষ্ঠে 298N. মঙ্গলগ্রহ পৃষ্ঠের অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা কত? **[BUET'09-10]**

(a) 2.63 N/kg (b) 6.09 N/kg
(c) 3.72 N/kg (d) 9.81 N/kg ⓒ

Sol^n: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{g_1}{g_2} = \frac{mg_1}{mg_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{785}{298}$
$\Rightarrow E_2 = \frac{298}{785} \times 9.8 = 3.72\ \text{Nkg}^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি 80 kg ভরের বস্তুকে কত ডিগ্রি অক্ষাংশে রাখা হলে পৃথিবীর আহ্নিক গতির জন্য বস্তুটি 2N ওজন হারাবে? **[BUET'25-26]**

Sol^n: হারানো ওজন, $\Delta W = m\omega^2 R\cos^2\lambda$
$\Rightarrow \Delta W = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R\cos^2\lambda$
$\Rightarrow 2 = 80\left(\frac{2\pi}{24\times3600}\right)^2 \times 6.4\times10^6 \times \cos^2\lambda$
$\Rightarrow \cos\lambda = 0.8594 \Rightarrow \lambda = \cos^{-1}(0.8594) = 30.75°$
$\therefore$ 30.75° অক্ষাংশে রাখতে হবে। **(Ans.)**

02. পৃথিবীতে এক ব্যক্তি সর্বোচ্চ 120 m উচ্চতায় কোনো বস্তু ছুঁড়তে পারে। ভিন্ন একটি গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের দ্বিগুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের সমান হলে উক্ত গ্রহে একই লোক বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় ছুঁড়তে পারবে? উভয় গ্রহে বস্তুর বিচরণকালের অনুপাত কত হবে? **[KUET'25-26]**

Sol^n: $\frac{g_p}{g_e} = \frac{\frac{GM_p}{R_p^2}}{\frac{GM_e}{R_e^2}} = \frac{2M_e}{M_e} = 2$

এখন, $H = \frac{u^2}{2g}$
$\therefore H \propto \frac{1}{g} \Rightarrow \frac{H_p}{H_e} = \frac{g_e}{g_p} = \frac{1}{2}$
$\therefore H_p = \frac{120}{2} = 60$ m. **(Ans.)**

আবার,
বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g} \therefore T \propto \frac{1}{g} \Rightarrow \frac{T_p}{T_e} = \frac{g_e}{g_p} = \frac{1}{2}$
$\therefore T_p : T_e = 1:2$ **(Ans.)**

03. পৃথিবীতে 3430 N ওজনের একটি রোবোটিক ল্যান্ডারকে মঙ্গল গ্রহে পাঠানো হলো। মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে 3.4×10^6m এবং 6.42×10^{23} kg মঙ্গল গ্রহে ল্যান্ডারটির ওজন ও অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বের কর। **[MIST'22-23]**

সমাধান: $m = \frac{F}{g} = \frac{3430}{9.8} = 350$ kg
$\frac{g_M}{g_e} = \left(\frac{M_M}{M_E}\right) \times \left(\frac{R_E}{R_M}\right)^2 = \frac{6.42\times10^{23}}{5.975\times10^{24}} \times \left(\frac{6.4\times10^6}{3.4\times10^6}\right)^2$
$\Rightarrow g_M = 0.38 \times 9.8 = 3.7\ \text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**
ওজন, $W_M = mg_M = 350 \times 3.7 = 1295$ N **(Ans.)**

04. একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে উপরে উঠানো হল। সর্বোচ্চ অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের 6 ভাগের 1 ভাগ। বস্তুটিকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় উঠানো হয়েছিল? [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4\times10^6$]**[BUTEX'22-23]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\frac{g_{up}}{g} = \frac{1}{64} \Rightarrow \frac{g_{up}}{g} = \frac{R^2}{(h+R)^2} = \frac{1}{64}$

$\Rightarrow \frac{R}{h+R} = \frac{1}{8} \Rightarrow 8R = h + R$

$\therefore h = 7R = 44.8 \times 10^6\text{m}$ **(Ans.)**

Shortcut: $h = \{\sqrt{64} - 1\} \times R = 7R$

$[h = \{\sqrt{\text{কতগুণ কম}} - 1\} \times R]$

05. পৃথিবীর ঘূর্ণন বেগ বর্তমান ঘূর্ণন বেগের কতগুণ হলে নিরক্ষীয় অঞ্চলে কোনো বস্তু ভারহীন হবে? **[BUTEX'20-21]**

Solⁿ: ধরি, পৃথিবীর ঘূর্ণন বেগ বর্তমানের n গুণ হলে বিষুবীয় অঞ্চলে কোনো বস্তু ভারহীন হবে।

আমরা জানি, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$0 = g - (n\omega)^2 R \times \cos^2(0°) \Rightarrow g = n^2 \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot R$

$\Rightarrow g = n^2 \times \frac{4\pi^2}{86400^2} \times 6.4 \times 10^6; n \approx 17$

∴ পৃথিবীর ঘূর্ণনবেগ বর্তমানের 17 গুণ হলে বিষুবীয় অঞ্চলে কোনো বস্তু ভারহীন হবে।

06. মনে কর পৃথিবীর কেন্দ্র দিয়ে এর ব্যাসের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্ত পর্যন্ত একটি টানেল খনন করা হলো। দেখাও যে, এই টানেলে একটি পাথর ফেললে এর গতি সরল দোলন গতি হবে। পাথরটির সরল দোলনগতির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। [পৃথিবীর ঘনত্ব $= 5.5 \times 10^3\text{kgm}^{-3}$] **[RUET'19-20]**

Solⁿ: ভূপৃষ্ঠে $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G$; যেখানে R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ ও ρ পৃথিবীর গড় ঘনত্ব।

ভূপৃষ্ঠ থেকে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$a = \frac{4}{3}\pi(R - h)\rho G$

এক্ষেত্রে (R − h) হল পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ঐ বিন্দুর সরণ। একে x দ্বারা প্রতিস্থাপন করে পাই, $a = -\frac{4}{3}\pi x\rho G$

[∵ ত্বরণ, সরণের বিপরীতমুখী]

পাথরের ভর m হলে ক্রিয়াশীল বল,

$F = ma = -\frac{4}{3}\pi\rho Gmx = -kx$ [∵ $k = \frac{4}{3}\pi\rho mG$ = ধ্রুবক]

$\Rightarrow a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$, যা সরল দোলন গতির সমীকরণ। (দেখানো হলো)

∴ পাথরের পর্যায়কাল $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{4}{3}\pi\rho mG}}$

$$= \sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}} = 5068.64\text{ s}$$

07. কল্পনা কর যে, পৃথিবীর ব্যাস বরাবর একটি সুড়ঙ্গ খনন করা হল। একটি বস্তুকে সুরঙ্গের এক প্রান্ত থেকে ছেড়ে দেয়া হল এবং বস্তুটি সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত হতে লাগলো। পৃথিবীকে একটি সুষম গোলক মনে করে এবং বাধাদানকারী সকল বল উপেক্ষা করে পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে 5×10^5m দূরত্বে বস্তুটির ত্বরণ ও দোলনের পর্যায়কাল নির্ণয় কর। [দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

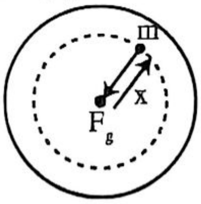
$R = 6.4 \times 10^6\text{m}$ এবং $g = 9.8\text{ms}^{-2}$] **[BUET'16-17]**

Solⁿ: পৃথিবীর কেন্দ্র হতে x দূরত্বে ভূপৃষ্ঠের গভীরে কোনো বিন্দুতে, m ভরের কোনো বস্তুর উপর কার্যকর মহাকর্ষ বল

$F_g = \frac{-GmM_e}{R_e^3}x$ [F_g এর দিক কেন্দ্রের দিকে, x এর দিক কেন্দ্র থেকে বাইরে বস্তুর দিকে, দিক বিপরীত বলে (−) sign]

$\Rightarrow ma = \frac{-GmM_e}{R_e^3}x$

$\Rightarrow a = \frac{-GM_e}{R_e^3}x \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$



S. H. M. এর জন্য,

$a = -\omega^2 x \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$

(i) ও (ii) নং তুলনা করে পাই,

$\omega^2 = \frac{GM_e}{R_e^3} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e^3}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{R_e}}$ $\left[\therefore g = \frac{GM_e}{R_e^2}\right]$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{R_e}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{6.4\times10^6}{9.8}} = 5077.58$ s. **(Ans.)**

$a = -\omega^2 x = -\frac{g}{R_e}x = -\frac{9.8}{6.4\times10^6} \times 5 \times 10^5\text{ms}^{-2}$

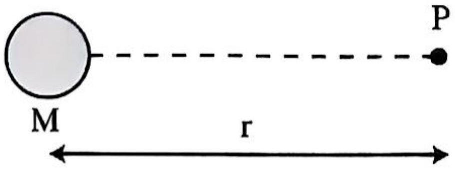
$= -0.77\text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

T-03: মহাকর্ষীয় বিভব

কনসেপ্ট রিভিউ

- M ভরের বস্তু থেকে r দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব

$V = -\frac{GM}{r}$ (একক Jkg^{-1})



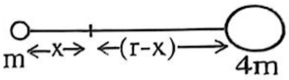
বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. Two bodies of masses m and 4m are placed at a distance r. The gravitational potential at a point on the line joining them, where the gravitational field is zero, is: (দুটি বস্তুর ভর m এবং 4m, এবং তাদের মধ্যে দূরত্ব r। তাদের সংযোগকারী সরলরেখার এমন একটি বিন্দুতে, যেখানে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র শূন্য হয়, সেখানে মহাকর্ষীয় বিভব:) **[IUT'19-20]**

(a) $-\frac{4Gm}{r}$ (b) $-\frac{6Gm}{r}$

(c) $-\frac{9Gm}{r}$ (d) zero ⓒ

Sol^n: $\frac{Gm}{x^2} = \frac{G(4m)}{(r-x)^2}$



$$\Rightarrow \sqrt{\frac{1}{x^2}} = \sqrt{\frac{4}{(r-x)^2}}$$

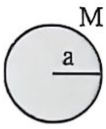
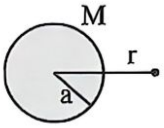
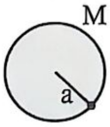
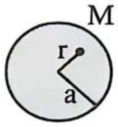
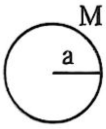
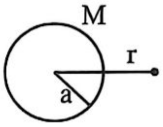
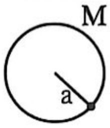
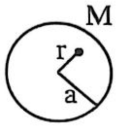
$$\Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{r-x} \Rightarrow 3x = r \therefore x = \frac{r}{3}$$

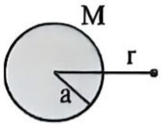
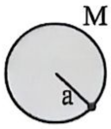
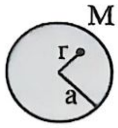
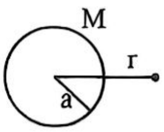
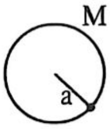
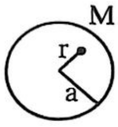
$$\therefore V = -\frac{Gm}{\left(\frac{r}{3}\right)} - \frac{G(4m)}{r-\frac{r}{3}} = -\left(\frac{3Gm}{r} + \frac{12Gm}{2r}\right)$$

$$= -\left(\frac{6Gm+12Gm}{2r}\right) = -\frac{9Gm}{r}$$

T-04: বিভিন্ন ধরনের গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব

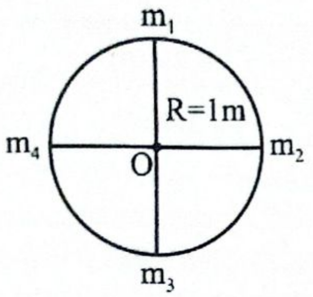
কনসেপ্ট রিভিউ

গোলক	গোলকের বাইরের কোনো বিন্দুতে $(r > a)$	গোলকের পৃষ্ঠে $(r = a)$	গোলকের ভেতরের কোনো বিন্দুতে $(r < a)$
সুষম নিরেট গোলক 	 $E = \frac{GM}{r^2}$	 $E = \frac{GM}{a^2}$	 $E = \frac{GM}{a^3}r$
ফাঁপা গোলক 	 $E = \frac{GM}{r^2}$	 $E = \frac{GM}{a^2}$	 $E = 0$

গোলক	গোলকের বাইরের কোনো বিন্দুতে $(r > a)$	গোলকের পৃষ্ঠে $(r = a)$	গোলকের ভেতরের কোনো বিন্দুতে $(r < a)$
সুষম নিরেট গোলক	 $V = \frac{-GM}{r}$	 $V = \frac{-GM}{a}$	 $V = \frac{-GM}{2a^3}(3a^2 - r^2)$
ফাঁপা গোলক	 $V = -\frac{GM}{r}$	 $V = -\frac{GM}{a}$	 $V = -\frac{GM}{a}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. বৃত্তের পরিধিতে $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = 1\text{kg}$ ভর রাখা আছে। ব্যাসার্ধ 1m হলে বৃত্তের কেন্দ্রে মহাকর্ষীয় বিভব কত? **[MIST'23-24]**



সমাধান: বৃত্তের কেন্দ্রে (O) মহাকর্ষীয় বিভব V(r) এর মান হবে বৃত্তের পরিধির ওপর অবস্থিত প্রত্যেকটি ভরের মহাকর্ষীয় বিভবের যোগফলের সমান।

সুতরাং $V_O(r) = -\frac{Gm_1}{R} - \frac{Gm_2}{R} - \frac{Gm_3}{R} - \frac{Gm_4}{R}$

এখানে, $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = m$

$\therefore V_O(r) = -\frac{4Gm}{R}$

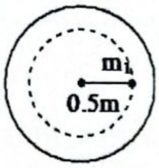
$m = 1\text{ kg}$ এবং $R = 1\text{ m}$ হলে

$V_O(r) = -\frac{4G\times1}{1} = -4G$

$= -2.6692 \times 10^{-10}\text{ Jkg}^{-1}$ **(Ans.)**

02. একটি সুষম গোলকের ভর $1 \times 10^4\text{kg}$ এবং ব্যাসার্ধ 1m। গোলক কর্তৃক গোলকের কেন্দ্র হতে 0.5m দূরত্বে অবস্থিত m_1 ভরের একটি কণার উপর মহাকর্ষ বলের মান কত? $[G = 6.673 \times 10^{-11}\text{ Nm}^2\text{ kg}^{-2}]$ **[BUET'16-17]**

Solⁿ:



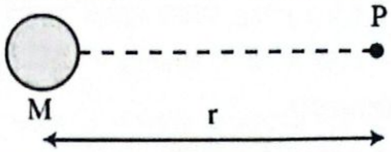
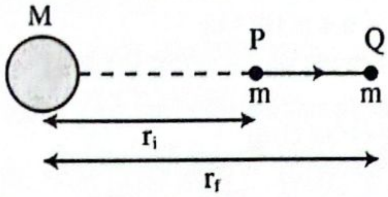
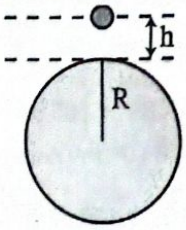
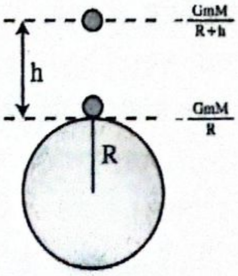
কণাটির উপর মহাকর্ষ বল

$= \frac{GMm_1}{R^3}r = 6.673 \times 10^{-11} \times \frac{10^4\times0.5}{1^3} \times m_1$

$= 3.3365 \times 10^{-7} m_1\text{ N}$ **(Ans.)**

T-05: মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

♦ P বিন্দুতে অবস্থিত m ভরের বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি, $E_P = -\frac{GMm}{r}$ [মূলত, বিভবশক্তি = মহাকর্ষীয় বিভব × ভর]	
♦ m ভরের বস্তুকে P থেকে Q বিন্দুতে আনতে বাহ্যিক বল দ্বারা কৃতকাজ, $E_Q - E_P = -\frac{GmM}{r_f} + \frac{GmM}{r_i} = GmM\left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$ এবং মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ $= GmM\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$	
♦ **ভূপৃষ্ঠ থেকে m ভরের বস্তুকে h উচ্চতায় তুলতে বিভবশক্তির পরিবর্তন:**	
Case-01: h এর মান meter range এ থাকলে, $\Delta E_p = mgh$ [h এর মান খুব ছোট হলেই এই সূত্র প্রযোজ্য হবে]	
Case-02: h এর মান km range এ থাকলে, $\Delta E_p = GmM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$ [h এর যেকোনো মানের জন্য এই সূত্র প্রযোজ্য হবে]	

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. 5×10^{24} kg ভর এবং 6.1×10^6 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি গ্রহের পৃষ্ঠ হতে 2.0 kg ভরের একটি বস্তুকে মহাশূন্যে পাঠাতে প্রয়োজনীয় শক্তির পরিমাণ কত? (দেওয়া আছে, $G = 6.7 \times 10^{-11}$ Nkg^{-2}m^2)। **[RUET'24-25]**

(a) 9.0 J
(b) 2.2×10^8 J
(c) 1.1×10^8 J
(d) 1.1×10^6 J
(e) 11×10^6 J

Ⓒ

Sol^n: মহাশূন্যে পাঠাতে শক্তি

$= |$গ্রহের পৃষ্ঠে বস্তুর বিভবশক্তি$|$

$$= \frac{GMm}{R} = \frac{6.7\times10^{-11}\times5\times10^{24}\times2}{6.4\times10^6} = 1.1 \times 10^8 \text{ J}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01. মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ হতে খাড়া উপরের দিকে একটি রকেটকে 2 kms^{-1} বেগে উৎক্ষেপণ করা হল। মঙ্গল গ্রহের বায়ুমণ্ডলের বাধার কারণে যদি রকেটের প্রাথমিক শক্তির 20% হারায়, তবে রকেটটি ফিরবার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় পৌঁছাবে তা বের কর। দেওয়া আছে, মঙ্গল গ্রহের ভর $= 6.4 \times 10^{23}$kg, মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ = 3395 km এবং $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}। **[BUET'22-23]**

Sol^n: এখানে,

$v = 2 \text{ km s}^{-1} = 2000 \text{ m s}^{-1}$

$M = 6.4 \times 10^{23}$ kg

$R = 3395 \text{ km} = 3.395 \times 10^6$ m

রকেটের প্রাথমিক গতিশক্তির 20% হারিয়ে যায়।

শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুযায়ী,

$$0.8 \times \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{R+h}$$

$$\Rightarrow 0.4\, v^2 = GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$$

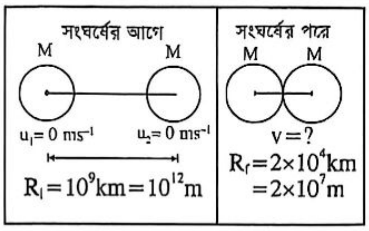
$$\Rightarrow \frac{1}{R+h} = \frac{1}{R} - \frac{0.4v^2}{GM}$$

$$\Rightarrow R + h = 3.89 \times 10^6 \text{ m}$$

$\therefore h = 4.95 \times 10^5$ m **(Ans.)**

02. প্রতিটি 2×10^{30}kg ভরের দুটি তারা মুখোমুখি সংঘর্ষের জন্য এক অপরের দিকে ধাবমান। নিকটবর্তী হওয়ার পূর্বে তারা দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব ছিল 10^9km এবং তাদের গতি ছিল নগণ্য। সংঘর্ষের সময়ে তাদের বেগ কত হবে? প্রতিটি তারার ব্যাসার্ধ 10^4km। ধরে নাও যে, সংঘর্ষ না হওয়া পর্যন্ত তারা দুটি অবিকৃত থাকবে। [$G = 6.67 \times 10^{-11}$Nm^{2}kg^{-2}] **[BUET'19-20]**

Sol^n:



$$E_{initial} = \frac{-GM^2}{R_i} + \frac{1}{2} \times 2M(0)^2$$

$$E_{final} = \frac{-GM^2}{R_f} + \frac{1}{2} \times 2M(v)^2$$

$$\therefore E_{initial} = E_{final}$$

$$\Rightarrow \frac{-GM^2}{R_i} = \frac{-GM^2}{R_f} + Mv^2$$

$$\Rightarrow \frac{-GM}{R_i} + \frac{GM}{R_f} = v^2$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{GM\left(\frac{1}{R_f} - \frac{1}{R_i}\right)} = 2.58 \times 10^6 \text{ms}^{-1}$$ **(Ans.)**

03. পৃথিবীর পৃষ্ঠে একটি নাইট্রোজেন অণুর বেগ 0°C তাপমাত্রায় উক্ত গ্যাসের r.m.s বেগের সমান। যদি নাইট্রোজেন অণুটি অন্যান্য অণুর সাথে সংঘর্ষ ছাড়া সোজা উপরের দিকে উঠে, তাহলে অণুটি কত উচ্চতায় উঠবে? [দেওয়া আছে, নাইট্রোজেন অণুর ভর $m = 4.65 \times 10^{-26}$ kg এবং Boltzmann ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23}$JK^{-1}] **[BUET'19-20]**

Sol^n: $c_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 493.01 \text{ ms}^{-1}$

শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{R+h}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times (493.01)^2 = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6} - \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+h}$$

$\therefore h = 12457 \text{ m} = 12.457$ km **(Ans.)**

04. ভূ-পৃষ্ঠ হতে খাড়া উপরের দিকে একটি রকেটকে 5 kms^{-1} দ্রুতিতে উৎক্ষেপণ করা হল। রকেটটি ঠিক ফিরবার মূহুর্তে ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় পৌঁছাবে তা বের কর। **[BUET'05-06]**

[পৃথিবীর ভর $= 6.0 \times 10^{24}$ kg, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= 6.4 \times 10^6$ m, $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2 kg^{-2}]

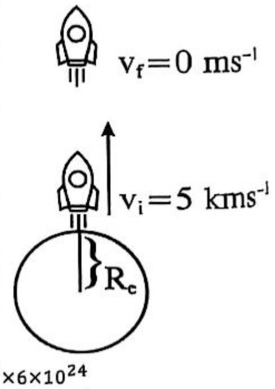
Sol^n: $E_{initial} = E_{final}$

$$\Rightarrow \frac{-GM_em}{R_e} + \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$= \frac{1}{2}m(0)^2 - \frac{GmM_e}{R_e+h}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_i^2 = GM_e\left(\frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_e+h}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_i^2 - \frac{GM_e}{R_e} = \frac{-GM_e}{R_e+h}$$



$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times (5 \times 10^3)^2 - \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6}$$

$$= \frac{-6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+h}$$

$$\Rightarrow h = 1.598 \times 10^6\text{m}$$

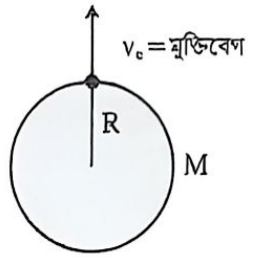
$\therefore$ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 1.598×10^6m উচ্চতায় পৌঁছাবে। **(Ans.)**

T-06: মুক্তিবেগ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR} = v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho G} \times R$

বস্তুর ভর অথবা নিক্ষেপণ কোণের ওপর মুক্তিবেগ নির্ভর করে না।



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুভ

01. কোনো গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর 8 গুণ ও অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর 2 গুণ হলে মুক্তিবেগের অনুপাত কত? [BUET'24-25]

(a) 4:1   (b) 1:4
(c) 1:2   (d) 2:1   ⓐ

Sol

Sol^n: $R_x = 8\,R_e;\ g_x = 2\,g_e$

$\therefore v = \sqrt{2gR};\ v \propto \sqrt{gR}$

$\therefore \frac{v_x}{v_e} = \sqrt{\frac{g_x \cdot R_x}{g_e \cdot R_e}} = \sqrt{2 \times 8} = 4$

02. কোনো গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর সমান এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর দ্বিগুণ হলে, ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ কত? [BUET'24-25]

(a) $11.2\ \text{kms}^{-1}$ (b) $15.84\ \text{kms}^{-1}$
(c) $22.4\ \text{kms}^{-1}$ (d) $7.92\ \text{kms}^{-1}$ ⓑ

Sol^n: $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2g_E \times 2R_E}$

$= \sqrt{2} \times \sqrt{2g_E R_E}$

$= \sqrt{2} \times 11.2 = 15.84\ \text{kms}^{-1}$

03. একটি গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর 4 গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর 4 গুণ হলে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ পৃথিবীর কত গুণ? [BUET'24-25]

(a) $\frac{1}{4}$ (b) 2
(c) 4   (d) 16   ⓒ

Sol^n: $v_p = \sqrt{2 \times 4g \times 4R} = \sqrt{2gR} \times \sqrt{16} = 4v_e$

04. মঙ্গলগ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের 16 গুণ এবং 49 গুণ। মঙ্গলগ্রহের মুক্তিবেগ কত? [BUET'22-23, 13-14]

(a) $5.4\ \text{kms}^{-1}$ (b) $6.4\ \text{kms}^{-1}$
(c) $7.4\ \text{kms}^{-1}$ (d) $8.4\ \text{kms}^{-1}$ ⓑ

Sol^n: $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \therefore v \propto \sqrt{\frac{M}{R}}$

$\frac{v_e}{v_M} = \sqrt{\frac{M_e}{M_M}} \times \sqrt{\frac{R_M}{R_e}} = \sqrt{\frac{1}{16}} \times \sqrt{49}$

$\Rightarrow \frac{v_e}{v_M} = \frac{7}{4} \Rightarrow v_M = v_e \times \frac{4}{7}$

$= 11.2 \times \frac{4}{7} = 6.4\ \text{kms}^{-1}$

05. পৃথিবীতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ নির্ভর করে– [BUTEX'17-18]

(a) পৃথিবীপৃষ্ঠ ও বস্তুর দূরত্বের উপর
(b) পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর
(c) বস্তুর ভরের উপর
(d) বস্তুর ব্যাসার্ধের উপর   ⓐ, ⓑ

Sol^n: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}}$

$\therefore v_e \propto \frac{1}{\sqrt{R+h}}$; অর্থাৎ, v_e পৃথিবীর ব্যাসার্ধ ও পৃষ্ঠ থেকে দূরত্ব উভয়ের উপর নির্ভর করে।

06. একটি উপগ্রহ পৃথিবী তলের কাছ দিয়ে ঘুরছে। এটিকে অসীমে পাঠাতে হলে এর গতি বাড়াতে হবে- [BUTEX'16-17]

(a) 20%   (b) 30%   (c) 40%   (d) 60%   ⓒ

Sol^n: পৃথিবী তলের কাছ দিয়ে ঘুরলে $v = \sqrt{gR}$

অসীমে পাঠাতে হলে প্রয়োজনীয় বেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

$\therefore$ গতি বাড়াতে হবে $= \frac{\sqrt{2gR} - \sqrt{gR}}{\sqrt{gR}} \times 100\%$

$= 41.42\% \approx 40\%$

07. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6\text{m}$ এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2} হলে, পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কোন বস্তুর মুক্তিবেগ কত হবে? [RUET'13-14, 09-10; CUET'13-14; KUET'05-06]

(a) $1.12 \times 10^4\text{ms}^{-1}$ (b) $11.2 \times 10^4\text{ms}^{-1}$
(c) $2.11 \times 10^4\text{ms}^{-1}$ (d) $21.12 \times 10^4\text{ms}^{-1}$
(e) None   ⓐ

Sol^n: মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6} = 1.12 \times 10^4\text{ms}^{-1}$.

08. মঙ্গল গ্রহে মুক্তিবেগের মান কত? **[BUTEX'12-13]**
(a) $11.2\ kms^{-1}$ (b) $14.5\ kms^{-1}$
(c) $5.1\ kms^{-1}$ (d) $3.2\ kms^{-1}$ ⓒ

09. $5 \times 10^{24}kg$ ভর এবং 6.1×10^6m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি গ্রহের পৃষ্ঠ হতে 2.0 kg ভরের একটি বস্তুকে মহাশূন্যে পাঠাতে প্রয়োজনীয় শক্তির পরিমাণ হল- (দেয়া আছে, $G = 6.7 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$) **[BUET'11-12]**
(a) 9.0 J (b) 2.2×10^8J
(c) 1.1×10^8J (d) 1.1×10^6J ⓒ

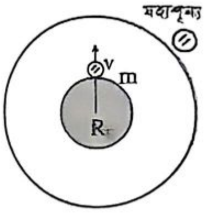
Sol^n: মুক্তিবেগ, $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\times6.7\times10^{-11}\times5\times10^{24}}{6.1\times10^6}}$
$= 10480.27\ ms^{-1}$
∴ প্রয়োজনীয় শক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (10480.27)^2$
$= 1.1 \times 10^8J$

10. পৃথিবী থেকে আদিবেগ v এবং ভূ-পৃষ্ঠের সাথে 30° কোণে একটি রকেটকে নিক্ষেপ করা হল। ন্যূনতম বেগ কত হলে রকেটটি পৃথিবীর অভিকর্ষ বলকে অতিক্রম করতে পারবে? **[BUET'05-06]**
(a) $11.2\ kms^{-1}$ (b) $\frac{1}{\sqrt{3}}22.4\ kms^{-1}$
(c) $22.4\ kms^{-1}$ (d) $5.6\ kms^{-1}$ ⓐ

Sol^n: শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী যে দিকেই ছোড়া হোক না কেন মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. দেখাও যে, কোন বস্তুকে ন্যূনতম $11.2\ kms^{-1}$ বেগে মহাশূন্যের দিকে ছুড়ে মারলে বস্তুটি পৃথিবীর অভিকর্ষজ বলের আকর্ষণ কাটিয়ে উঠতে পারে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= 6.4 \times 10^6m$ **[RUET'17-18]**



Sol^n: $E_{Initial} = E_{final}$
$\Rightarrow \frac{-GMm}{R_E} + \frac{1}{2}mv^2 = 0$
$\Rightarrow \frac{-GM}{R_E} + \frac{1}{2}v^2 = 0$
$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM}{R_E}} = \sqrt{\frac{2\times6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6}}\ ms^{-1}$
$= 11.2\ kms^{-1}$ [দেখানো হলো]

02. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6m$ এবং অভিকর্ষজ ত্বর $9.8ms^{-2}$ হলে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কোন বস্তুর মুক্তিবেগ কত হবে? **[RUET'13-14, 09-10, CUET'13-14, KUET'05-06]**

Sol^n: মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6}$
$= 1.12 \times 10^4ms^{-1}$ **(Ans.)**

03. মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 0.11 গুণ এবং এর ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 0.532 গুণ। মঙ্গল গ্রহের ভূ-পৃষ্ঠ থেকে একটি মহাশূন্যযানকে ন্যূনতম কত বেগে উৎক্ষেপণ করলে মহাশূন্যযানটি মঙ্গল গ্রহের মধ্যাকর্ষণ বলের বাইরে চলে যেতে পারবে? [পৃথিবীর ভর 5.975×10^{24} kg, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= 6.371 \times 10^6m$, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$] **[BUET'03-04]**

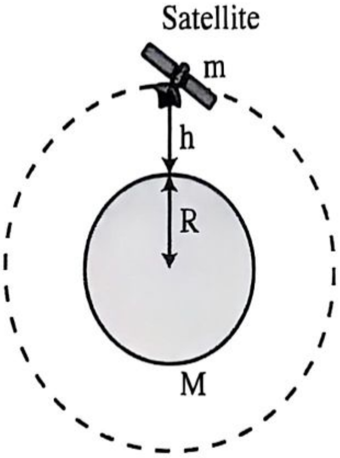
Sol^n: এখানে,
$M = 5.975 \times 10^{24}$ kg
$R = 6.371 \times 10^6$ m
$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$
$M_m = 0.11M$
$R_m = 0.532\ R, v_m = ?$

আমরা জানি,
$v_m = \sqrt{\frac{2GM_m}{R_m}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times0.11\times5.975\times10^{24}}{0.532\times6.371\times10^6}}$
$= 5087.62ms^{-1}$ **(Ans.)**

T-07: উপগ্রহের গতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- ◆ রৈখিক বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$
- ◆ কৌণিক বেগ, $\omega = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^3}}$
- ◆ আবর্তনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = \frac{2\pi}{v}(R+h)$
- ◆ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- ◆ গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}\ mv^2 = \frac{GmM}{2(R+h)}$
- ◆ বিভবশক্তি, $E_p = \frac{-GmM}{R+h}$



- মোট শক্তি $E_T = E_p + E_k = -\frac{GMm}{2(R+h)}$
- $E_T = -E_k = \frac{1}{2}E_p$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 4000 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। উপগ্রহের বেগ নির্ণয় কর। [CUET'25-26; RUET'14-15]

(a) 5.21 km/sec (b) 2.51 km/sec
(c) 6.21 km/sec (d) 2.61 km/sec
(e) 2.15 km/sec ⓒ

Solⁿ: উপগ্রহের বেগ,

$$v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}} = \sqrt{\frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2}{6.4\times10^6+4\times10^6}} = 6212\ \text{ms}^{-1}$$
$$= 6.21\ \text{kms}^{-1}$$

02. কোনো কৃত্রিম উপগ্রহ 24h সময়ে পৃথিবীকে একবার প্রদক্ষিণ করে আসলে, ভূ-পৃষ্ঠ হতে কৃত্রিম উপগ্রহটির ভূ-পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা কত? [BUET'24-25, IUT'23-24]

(a) 4.23×10^7 m (b) 3.59×10^7 km
(c) 36000 m (d) 3.59×10^7 m ⓓ

Solⁿ: $h = \left[\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right]^{\frac{1}{3}} - R$

$$= \left[\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times(24\times3600)^2}{4\pi^2}\right] - 6.4\times10^6$$
$$\Rightarrow h = 3.59\times10^7\ \text{m}$$

03. ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতা কত? [BUET'24-25]

(a) 36000 m (b) 18000 km
(c) 24000 km (d) 36000 km ⓓ

Solⁿ: $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left[\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times(24\times3600)^2}{4\pi^2}\right]^{\frac{1}{3}}$

$= 6.4\times10^6 = 3.6\times10^7\ \text{m} = 36000\ \text{km}$

04. একটি স্যাটেলাইট বৃত্তাকার পথে 120 মিনিটে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে। পৃথিবীকে 6370 km ব্যাসার্ধের গোলক বিবেচনা করলে পৃথিবীর উপরে উপগ্রহটির উচ্চতা নির্ধারণ করো। ($g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$) [KUET'24-25]

(a) 65 km (b) 650 km
(c) 865 km (d) 6499 km
(e) 8650 km

Solⁿ: (সঠিক উত্তর নেই);

$$h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$$
$$= \left[\frac{9.8\times(6.37\times10^6)^2\times(120\times60)^2}{4\pi^2}\right]^{\frac{1}{3}} - 6.37\times10^6$$
$$= 1.683\times10^6\ \text{m} = 1683\ \text{km}$$

05. 6×10^6 kg ভরের একটি উপগ্রহ পৃথিবীর চারদিকে $\left(\frac{6}{67}\right)\times10^3$ m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে। উপগ্রহটির কৌণিক ভরবেগ কত $\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$? (পৃথিবীর ভর $= 6\times10^{24}$ kg) [RUET'24-25]

(a) 6×10^{14} (b) 36×10^{14}
(c) 6×10^{12} (d) 6×10^{10} ⓑ

Solⁿ: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.7\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{\left(\frac{6}{67}\right)\times10^3}}$

$= 6.7\times10^5\ \text{ms}^{-1}$

$\therefore L = mvr = 6\times10^6\times6.7\times10^5\times\frac{6}{67}\times10^3$

$= 36\times10^{14}\ \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

06. The weight of an object on the Moon is one-sixth of its weight on Earth. The ratio of the kinetic energy of a body on Earth moving with speed v to that of same body moving with speed v on the Moon is: (চাঁদে একটি বস্তুর ওজন পৃথিবীতে তার ওজনের এক-ষষ্ঠাংশ। একটি বস্তু পৃথিবীতে v বেগে চলার সময় যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হয় এবং একই বস্তু চাঁদে v বেগে চলার সময় যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হয়, তাদের অনুপাত:) [IUT'17-18]

(a) 6:1 (b) 1:6 (c) 1:1 (d) 36:1 ⓒ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$; mass remains same on both planet. Therefore, E_k will be same.

07. স্যাটেলাইটের গতিশক্তির সমীকরণ কোনটি? [BUET'22-23]

(a) $E_k = \frac{GMm}{R+h}$ (b) $E_k = \frac{GMm}{2(R+h)}$
(c) $E_k = \frac{-GMm}{(R+h)}$ (d) $E_k = \frac{-GMm}{2(R+h)}$ ⓑ

Solⁿ: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\times\left(\sqrt{\frac{GM}{R+h}}\right)^2 = \frac{GMm}{2(R+h)}$

08. বাংলাদেশ কৃত্রিম উপগ্রহ-১ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 1500 km দূরত্বে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। ঘূর্ণনের সময়কাল নির্ণয় করো। (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6400 km এবং $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$) [CKRUET'23-24]

(a) 1 h 13 m 52 s (b) 1 h 43 m 6 s
(c) 1 h 56 m 2 s (d) 2 h 7 m 55 s
(e) 2 h 15 m 15 s ⓒ

Solⁿ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6400\times10^3+1500\times10^3)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}}$

$\Rightarrow T = 6972.432\ \text{s} = 1.93\ \text{hr}$

$\therefore T = 1\text{hr}\ 56\ \text{min}\ 12.43\ \text{s}$

09. Earth's orbital radius around the sun is 1.5×10^{11} m and rotational period is 3.14×10^7 s. What is earth's velocity? (পৃথিবীর সূর্যকে ঘিরে কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 1.5×10^{11} m এবং আবর্তনের সময়কাল 3.14×10^7 s। পৃথিবীর বেগ কত?) **[IUT'23-24]**

(a) 2×10^5 ms^{-1} (b) 4.7×10^3 ms^{-1}

(c) 15×10^4 ms^{-1} (d) 30×10^3 ms^{-1} ⓓ

Sol^n: $T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow v = \frac{2\pi \times 1.5 \times 10^{11}}{3.14 \times 10^7}$

$\therefore v = 30 \times 10^3$ ms^{-1}

10. A satellite is currently orbiting Earth in a circular orbit of radius R with velocity, v_1. Its kinetic energy is K_1. If the satellite is moved and enters into a new circular orbit of radius 2R and moving with the same speed, what will be its kinetic energy? (একটি উপগ্রহ বর্তমানে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে R ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার কক্ষপথে, যার বেগ v_1। এর গতিশক্তি হল K_1। যদি উপগ্রহটিকে স্থানান্তরিত করে 2R ব্যাসার্ধের একটি নতুন বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রবেশ করানো হয় এবং একই গতিতে চলতে থাকে, তাহলে এর গতিশক্তি কত হবে?) **[IUT'18-19]**

(a) $\frac{K_1}{4}$ (b) $\frac{K_1}{2}$ (c) K_1 (d) $2K_1$ ⓒ

Sol^n: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ Velocity is constant (as per question). So, E_k is same.

11. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় 8 kms^{-1} বেগে ঘুরছে, যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $g_h = 8$ ms^{-2}। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপগ্রহটির উচ্চতা নির্ণয় কর। **[CUET'15-16]**

(a) 1600km (b) 4000km

(c) 14400km (d) 8000km ⓐ

Sol^n: $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{g_h(R+h)^2}{R+h}} = \sqrt{g_h(R+h)}$

$\Rightarrow R + h = 8000\text{km} \Rightarrow h = 1600\text{km}$

12. একটি ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল কত? **[BUTEX'14-15]**

(a) 0 hr. (b) 24 hrs.

(c) 12 hrs. (d) 365 days ⓑ

13. On July 19, 1969, Apollo 11's orbit around the moon was adjusted to an average orbit of 111 km. The radius of the moon is 1785 km, and the mass of the moon is 7.3×10^{22}kg. How many minutes did Apollo 11 take to orbit the moon once? [$G = 6.67 \times 10^{-11}$Nm^{2}kg^{-2}]

(জুলাই 19, 1969 তারিখে Apollo 11 এর কক্ষপথ চাঁদের চারপাশে সামঞ্জস্য করে গড়ে 111 km করা হয়। চাঁদের ব্যাসার্ধ 1785 km এবং চাঁদের ভর 7.3×10^{22}kg। Apollo 11 একবার চাঁদকে প্রদক্ষিণ করতে কত মিনিট সময় নিয়েছিল? [$G = 6.67 \times 10^{-11}$Nm^{2}kg^{-2}]) **[IUT'14-15]**

(a) 2.31×10^2 min (b) 1.23×10^2 min

(c) 1.35×10^2 min (d) 1.56×10^2 min ⓑ

Sol^n: $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(1785 \times 10^3 + 111 \times 10^3)^3}{6.67 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22}}}$

$= 7.43 \times 10^3\ s = 1.23 \times 10^2$ min

14. একটি স্যাটেলাইটের ঘূর্ণনের সময়কাল হল T এর গতিশক্তির সমানুপাতিক হল- **[BUET'10-11]**

(a) $\frac{1}{T}$ (b) $\frac{1}{T^2}$ (c) $\frac{1}{T^3}$ (d) $T^{-\frac{2}{3}}$ ⓓ

Sol^n: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{1}{2}m\frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$

$\therefore E_k \propto \frac{r^2}{T^2} \ldots\ldots\ldots (i)$

কেপলারের ৩য় সূত্রানুযায়ী, $T^2 \propto r^3 \Rightarrow T^{\frac{2}{3}} \propto r$

$\Rightarrow T^{\frac{4}{3}} \propto r^2 \ldots\ldots\ldots (ii)$ (i) হতে, $E_k \propto \frac{T^{\frac{4}{3}}}{T^2} \Rightarrow E_k \propto T^{-\frac{2}{3}}$

15. একটি স্যাটেলাইট পৃথিবীর চারদিকে বৃত্তাকার কক্ষপথে মোট E_o (গতি+স্থিতিশক্তি) শক্তিতে ঘুরছে। এর স্থিতিশক্তি কত? **[BUET'06-07]**

(a) $-E_o$ (b) $1.5E_o$ (c) $2E_o$ (d) E_o ⓒ

Sol^n: স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{-GMm}{R+h}$; গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$v^2 = \frac{GM}{R+h} \therefore E_o = \frac{-GMm}{R+h} + \frac{1}{2}\frac{GMm}{R+h}$

$\therefore E_o = \frac{-1}{2}\frac{GMm}{R+h} = \frac{1}{2}E_p \therefore E_p = 2E_0$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. ভূপৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় থাকা একটি উপগ্রহকে ভূস্থির উপগ্রহ বলা যাবে? এই উপগ্রহের দ্রুতি নির্ণয় করো। **[BUET'25-26]**

Sol^n: ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল,

$T = 24\ hr = 24 \times 3600 = 86400\ s$

$\therefore$ ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা,

$h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

$= \left(\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 86400^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - 6.4 \times 10^6$

$= 3.59 \times 10^7$ m **(Ans.)**

$\therefore$ দ্রুতি, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 3.59 \times 10^7}}$

$= 3076.56$ ms^{-1} **(Ans.)**

02. কোনো উপগ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় 6 ms^{-2} এবং বেগ 9 kms^{-1} হলে, উপগ্রহটি পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় অবস্থিত? **[RUET'25-26]**

Sol^n: $v = \sqrt{g(R+h)}$

$\Rightarrow h = \frac{v^2}{g} - R = \frac{9000^2}{6} - 6.4 \times 10^6$

$= 7.1 \times 10^6$ m **(Ans.)**

বিকল্প:

$v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}=\sqrt{\frac{g'(R+h)^2}{R+h}}=\sqrt{g'(R+h)}$

$\Rightarrow v^2=g'(R+h)\Rightarrow 9000^2=6\times(6.4\times10^6+h)$

$\therefore h=7.1\times10^6$ m

03. আমাদের পৃথিবীর ব্যাস 12800 km। একটি উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষে 7.8 kms^{-1} গতি বেগে ঘুরে। বৃত্তাকার কক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.0 ms^{-2} হলে (ক) বৃত্তাকার কক্ষের উচ্চতা ও একবার পূর্ণ ঘূর্ণনের সময়কাল নির্ণয় কর। **[MIST'24-25]**

সমাধান: (ক) $v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

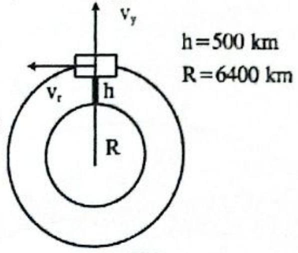
$\Rightarrow v=\sqrt{\frac{g'(R+h)^2}{R+h}}=\sqrt{g'(R+h)}\Rightarrow v^2=g'(R+h)$

$\therefore h=360$ km **(Ans.)**

(খ) $T=\frac{2\pi(R+h)}{v}=5445.44$ s **(Ans.)**

04. একটি উপগ্রহের 500 km উচ্চতায় খাড়াবেগ হলো 2000 ms^{-1}। ঐ উচ্চতায় উপগ্রহকে স্থাপন করতে কী পরিমাণ বলের ঘাত প্রয়োজন? [$R=6400\text{km}, g=9.8\text{ms}^{-2}$, উপগ্রহের ভর 50kg] **[BUET'23-24]**

Solⁿ:



$v_r=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}=\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}\ [\because g=\frac{GM}{R^2}]=7.627\ \text{kms}^{-1}$

ধরি, স্যাটেলাইটের ভর, m = 50kg

বলের ঘাত, $\vec{J}=m[\vec{v}_y-\vec{v}_r]$

$J=m\sqrt{v_y^2+v_r^2}=m\sqrt{(7.627)^2+(2)^2}\ \text{kgkms}^{-1}$

$=m(7.884)\text{kgkms}^{-1}$

$=50\times7.884=394.24\ \text{kgkms}^{-1}$ **(Ans.)**

05. 200 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় তুলে তার মধ্যে 6000 MJ গতিশক্তি দেয়া হলো। উপগ্রহটি কত উচ্চতায় পৃথিবীকে পরিভ্রমণ করবে? পৃথিবীর ভর 6×10^{24}kg, ব্যাসার্ধ 6400 km এবং $G=6.6\times10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$। **[BUET'20-21]**

Solⁿ: $E_k=6\times10^9=\frac{GMm}{2(R+h)}$

$\Rightarrow 6.4\times10^6+h=\frac{6.6\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times200}{2\times6\times10^9}$

$\Rightarrow h=200$ km

06. পৃথিবী থেকে 2600 কিলোমিটার উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে। এর বেগ ঘণ্টায় কত হবে? [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6400 কিলোমিটার, ভর = 6×10^{24} কেজি এবং $G=6.67\times10^{-11}$ নিউটন-মি²/কেজি²] **[KUET'19-20; RUET'17-18; BUTEX'07-08]**

Solⁿ: কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ,

$v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}=\sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6400\times10^3+2600\times10^3}}=6668.33\text{ms}^{-1}$

$=\frac{6668.33\times10^{-3}\text{km}}{3600^{-1}\text{hr}}=24006\ \text{km hr}^{-1}$ **(Ans.)**

07. 80 kg ওজনের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় স্থাপন করলে তা প্রতি 24 ঘণ্টায় 2 বার একই স্থান পর্যবেক্ষণ করতে পারবে? [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও তার ভর 6×10^{21} Ton] **[BUET'17-18]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ,

$R=6400\text{ km}=6.4\times10^6$ m

পৃথিবীর ভর, $M=6\times10^{21}$

$\text{Ton}=6\times10^{21}\times10^3\text{ kg}=6\times10^{24}$ kg

কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কাল, $T=\frac{24}{2}$ hours = 12 hours

$=12\times3600\text{s}=43200$ s

ধরি, কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা = h

আমরা জানি, $T^2=\frac{4\pi^2}{GM}(R+h)^3$

$\Rightarrow\frac{GMT^2}{4\pi^2}=(R+h)^3\Rightarrow R+h=\left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\Rightarrow h=\left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}-R$

$=\left\{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times(43200)^2}{4\times\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}}-6.4\times10^6\text{m}$

$=h=20.24976\times10^6$ m **(Ans.)**

08. একটি 20 kg ভরের কৃত্রিম উপগ্রহ অজানা ভরের একটি গ্রহের চারদিকে 8.0×10^6 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তিত হলে তার পর্যায়কাল 2.4 h হয়। গ্রহপৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 8.0 ms^{-2} হলে গ্রহটির ব্যাসার্ধ কত? **[BUET'14-15]**

Solⁿ: 8.0×10^6m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথ = কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = R + h; R = গ্রহের ব্যাসার্ধ

আমরা জানি, $(R+h)^3=\frac{GMT^2}{4\pi^2}$

$\Rightarrow(R+h)^3=\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}$

$\Rightarrow(8\times10^6)^3=\frac{8\times R^2\times(2.4\times60\times60)^2}{4\times\pi^2}$

$\Rightarrow R=5.81776\times10^6$m **(Ans.)**

09. একটি রিমোট সেন্সিং স্যাটেলাইট পৃথিবীর চারিদিকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে 250 km উপরে বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। এই পথে স্যাটেলাইটটির গতিবেগ এবং ঘূর্ণনকাল নির্ণয় কর। [$R_e=6400\text{ km}, g=9.8\text{ ms}^{-2}$] **[BUET'10-11]**

Solⁿ: $v=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$

$\Rightarrow v=R\sqrt{\frac{g}{R+h}}\Rightarrow v=7769.31\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

$T=\frac{2\pi(R+h)}{v}\Rightarrow T=5377.98$ sec

$\Rightarrow T\approx89.633$ min **(Ans.)**

10. আমাদের পৃথিবীর ব্যাস 12800 km। একটি উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষে 7.8 kms^{-1} গতি বেগে ঘুরে। বৃত্তাকার কক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.0 ms^{-2} হলে- বৃত্তাকার কক্ষের উচ্চতা এবং একবার পূর্ণ ঘূর্ণনের সময়কাল নির্ণয় কর। **[CUET'04-05]**

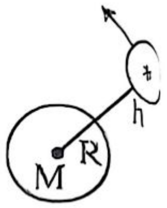
Solⁿ: $mg = \frac{mv^2}{R+h} \Rightarrow R + h = \frac{v^2}{g}$

$\Rightarrow h = \frac{v^2}{g} - R = \frac{7.8^2}{9\times10^{-3}} - \frac{12800}{2}$

$\therefore h = 360$ km. **(Ans.)**

$T = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\pi(6400+360)}{7.8}$

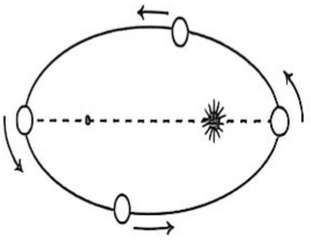
$= 5445.44$ s **(Ans.)**



T-08: কেপলারের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- **উপবৃত্তাকার কক্ষপথের সূত্র:**
  গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণ করে। এক্ষেত্রে, সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব = অর্ধপরাক্ষ = উপবৃত্তের বৃহদাক্ষের অর্ধেক = a



- **ক্ষেত্রফলের সূত্র:**
  গ্রহ ও সূর্যের সংযোগকারী সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে। অর্থাৎ, $\frac{dA}{dt}$ = ধ্রুবক

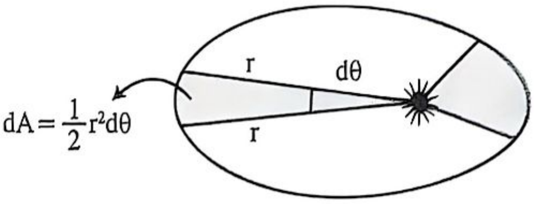
  $dA = \frac{1}{2} \times rd\theta \times r = \frac{1}{2}r^2d\theta$

  $\therefore \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}r^2\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2}r^2\omega$ = ধ্রুবক (কেপলারের সূত্র অনুসারে)

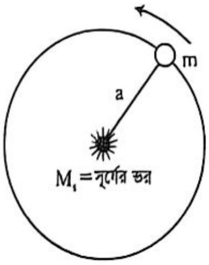
  $\therefore r^2\omega = vr$ = ধ্রুবক

  $\therefore v_1r_1 = v_2r_2; v \propto \frac{1}{r}$

  সূর্য থেকে গ্রহের দূরত্ব যখন কম, বেগ থাকে বেশি আর দূরত্ব যখন বেশি, বেগ থাকে কম।



- **পর্যায়কালের সূত্র:**
  গ্রহের পর্যায়কাল T এবং গ্রহের কক্ষপথের গড় ব্যাসার্ধ/অর্ধপরাক্ষ a হলে, $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_s}a^3 \therefore T^2 \propto a^3$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. সূর্য আকাশ-গঙ্গা ছায়াপথের কেন্দ্র থেকে 3×10^{20} m দূরে অবস্থান করে এবং 250 মিলিয়ন বৎসরে একবার ছায়াপথের চারদিকে আবর্তন করে। সূর্যের ভর (1.989×10^{30}) kg এর সাথে ছায়াপথের ভরের তুলনা করো। **[CUET'25-26]**

(a) 2.57×10^{11}　(b) 1.29×10^{11}
(c) 3.8×10^{25}　(d) 7.45×10^{20}
(e) 7.45×10^{29}　ⓑ

Solⁿ: এখানে, $r_s = 3 \times 10^{20}$ m

$T_s = 250 \times 10^6 y = (250 \times 10^6 \times 365 \times 86400)s$

$= 7.884 \times 10^{15}$ s

$M_s = 1.989 \times 10^{30}$ kg

$M_G = \frac{4\pi^2 r_s^3}{GT_s^2}$

$\Rightarrow M_G = \frac{4\times\pi^2\times(3\times10^{20})^3}{6.673\times10^{-11}\times(7.884\times10^{15})^2} = 2.57 \times 10^{41}$ kg

$\frac{M_G}{M_s} = \frac{2.57\times10^{41}\text{kg}}{1.989\times10^{30}\text{ kg}} = 1.29 \times 10^{11}$

02. যদি একটি গ্রহের কক্ষপথ উপবৃত্ত হয় এবং ফোকাসে থেকে এর দূরত্ব r হয়, তবে গ্রহটির ক্ষেত্রিয় দ্রুতি কোনটি? (গ্রহটি dt সময়ে dθ কোণ পাড়ি দেয়)

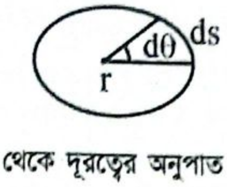
[SUST'25-26]

(a) $\frac{1}{4}r^2\frac{d\theta}{dt}$ (b) $r^2\frac{d\theta}{dt}$ (c) $\frac{1}{2}r^2\frac{d\theta}{dt}$ (d) $\frac{1}{2}r^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$ ⓒ

Sol^n: ক্ষেত্রিয় দ্রুতি (একক সময়ে অতিক্রান্ত ক্ষেত্রফল)

$$= \frac{dA}{dt} = \frac{\frac{1}{2}rds}{dt} = \frac{\frac{1}{2}r\cdot rd\theta}{dt}$$

$$\therefore \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}r^2\frac{d\theta}{dt}$$



03. পৃথিবী ও মঙ্গলের সূর্য থেকে দূরত্বের অনুপাত 54:75। পৃথিবীতে 365 দিনে এক বছর হলে মঙ্গলে কত দিনে এক বছর হবে? [BUET'24-25, IUT'22-23]

(a) 597.4 days (b) 222.99 days
(c) 454.35days (d) 579.4 days ⓐ

Sol^n: $T_{mars} = T_{earth}\left(\frac{R_{mars}}{R_{earth}}\right)^{\frac{3}{2}}$

দেওয়া আছে, $\frac{R_{earth}}{R_{mars}} = \frac{54}{75}$

$\therefore T_{mars} = 365 \times \left(\frac{75}{54}\right)^{\frac{3}{2}} = 597.4397$ Days

04. পৃথিবীর কক্ষপথের চাইতে বৃহস্পতি গ্রহের কক্ষপথ ব্যাসার্ধের দিক দিয়ে তিনগুণ। পৃথিবীতে 1 বছর = 365 দিন হলে, বৃহস্পতির 1 বছর = কত দিন?

[BUET'24-25]

(a) 1095 দিন (b) 426 দিন
(c) 1897 দিন (d) 1529 দিন ⓒ

Sol^n: $T^2 \propto R^3 \Rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \Rightarrow \frac{365^2}{T_2^2} = \frac{1}{3^3}$

$\Rightarrow T_2 = 365 \times (\sqrt{3})^3 \Rightarrow T_2 = 1896.59 \approx 1897$ দিন

05. সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব r, পৃথিবীর পর্যায়কাল T হলে, সূর্যের ভর কত? [BUET'23-24, RUET'12-13]

(a) $\frac{4\pi^2r^2}{3GT^2}$ (b) $\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$ (c) $\frac{4\pi r^3}{3GT^2}$ (d) $\frac{3r^3}{4\pi GT}$ ⓑ

Sol^n: $GMT^2 = 4\pi^2r^3 \Rightarrow M = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$

06. বৃহস্পতি গ্রহের সূর্যকে আবর্তন করতে 11.2 বছর লাগে। সূর্য থেকে বৃহস্পতি ও পৃথিবীর দূরত্বের অনুপাত কত?

[BUET'23-24]

(a) 1:5 (b) 2:1 (c) 5:1 (d) 1:2 ⓒ

Sol^n: $T^2 \propto r^3$ [Kepler's law for planetary motion]

$\left(\frac{11.2}{1}\right)^2 = \left(\frac{r_J}{r_E}\right)^3 \Rightarrow \frac{r_J}{r_E} = 5$

07. The Earth is revolving around the Sun on an orbit of radius 1.5×10^8km. If the time of one revolution is 3.156×10^7s, what is the mass of the Sun? ($G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$). (পৃথিবী সূর্যকে ঘিরে 1.5×10^8km ব্যাসার্ধের কক্ষপথে ঘুরছে। যদি একবার পরিভ্রমণ করতে সময় লাগে 3.156×10^7s, তবে সূর্যের ভর কত?)
($G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$) [IUT'16-17]

(a) 3.0×10^{30}kg (b) 1.5×10^{10}kg
(c) 2.0×10^{30}kg (d) 2.5×10^{30}kg ⓒ

Sol^n: $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$

$\Rightarrow M = \frac{v^2r}{G} = \frac{\omega^2r^3}{G} = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2} = 2 \times 10^{30}$kg

08. The moon has a period of 27.3 days and has a mean distance of 3.90×10^5km from the centre of Earth. What is the period of an artificial satellite that is in an orbit 6.70×10^3km from the centre of Earth? (চাঁদের আবর্তনকাল 27.3 days এবং পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে এর গড় দূরত্ব 3.90×10^5km। একটি কৃত্রিম উপগ্রহ যদি পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে 6.70×10^3km দূরত্বের কক্ষপথে অবস্থান করে, তবে তার আবর্তনকাল কত হবে?) [IUT'14-15]

(a) 90.52 min (b) 78.52 min
(c) 88.52 min (d) 82.52 min ⓒ

Sol^n: $T^2 \propto r^3$

$\therefore T_2^2 = T_1^2 \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 27.3^2 \times \left(\frac{6.7\times10^3}{3.9\times10^5}\right)^3$

$= 0.0037788 \therefore T_2 = 88.52$ min

09. The sun is considered to be a satellite of our galaxy, the Milky-way. The sun revolves around the center of the galaxy with a radius of 2.2×10^{20}m. The period of one revolution 2.5×10^8 years. What is the mass of the galaxy? [Gravitational constant, $G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$] (সূর্যকে আমাদের গ্যালাক্সি মিল্কিওয়ের একটি উপগ্রহ হিসাবে বিবেচনা করা হয়। সূর্য গ্যালাক্সির কেন্দ্রকে ঘিরে 2.2×10^{20}m ব্যাসার্ধে পরিভ্রমণ করে। একবার পরিভ্রমণের সময়কাল 2.5×10^8 years। গ্যালাক্সির ভর কত? [মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$])

[IUT'14-15]

(a) 1.01×10^{41}kg (b) 2.22×10^{41}kg
(c) 2.00×10^{40}kg (d) 3.25×10^{41}kg ⓐ

Sol^n: $M = 4\pi^2\frac{a^3}{GT^2}$

$$= 4\pi^2\frac{(2.2\times10^{20})^3}{6.67\times10^{-11}\times(2.5\times10^8\times365\times24\times3600)^2}$$

$$= 1.01 \times 10^{41}\text{kg}$$

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. গাছেনা একটি আপেল পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করছে। পৃথিবী আপেলকে F বলে আকর্ষণ করছে। সুতরাং- [ইসহাক স্যার, তপন স্যার]

(a) $F >> f$ (b) $F > f$ (c) $F = f$ (d) $F < f$

02 1 kg ভরের দুটি বস্তু 1 m দূরে স্থাপন করলে এদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান কত হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) 6.673×10^{-10} N (b) 6.673×10^{-11} N
(c) 6.673×10^{11} N (d) 6.663×10^{-11} N

03 দুটি বিন্দু ভরের বস্তু যখন পরস্পরের D দূরত্বে থাকে, তখন পরস্পরকে F বলে আকর্ষণ করে। তাদের মধ্যকার এই আকর্ষণ বল $\frac{1}{3}$ F হলে দূরত্ব হবে– [তফাজ্জল স্যার]

(a) $\frac{1}{9}$D (b) $D\sqrt{3}$ (c) 3D (d) 9D

04. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের এক-তৃতীয়াংশ হবে? ($R =$ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ) [ইসহাক স্যার]

(a) $\frac{R}{4}$ (b) $\frac{R}{9}$ (c) $\frac{R}{2}$ (d) $\frac{2R}{3}$

05. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ উভয়ই অর্ধেক করা হলে 1 বছরে কত দিন হবে? [ইসহাক স্যার]

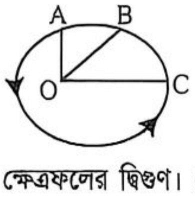
(a) 365 দিন (b) 730 দিন
(c) 1460 দিন (d) 2920 দিন

06. একটি বস্তুকে পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে সর্বনিম্ন যে বেগে ছুড়লে এটি $\frac{R}{4}$ উচ্চতায় উঠবে তা হলো- [তফাজ্জল স্যার]

(a) $\sqrt{\frac{gR}{2}}$ (b) $\sqrt{gR}$ (c) $\sqrt{\frac{gR}{5}}$ (d) $\sqrt{\frac{2gR}{5}}$

07. যদি পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বর্তমান ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ করা হয় তবে পৃথিবীর আবর্তনকাল হবে– [তফাজ্জল স্যার]

(a) 4 গুণ (b) 8 গুণ (c) $\frac{1}{4}$ গুণ (d) $\frac{1}{8}$ গুণ

08. 

একটি গ্রহ O বিন্দুকে কেন্দ্র করে ABC উপবৃত্তাকার পথে ঘোরে। ΔBOC এর ক্ষেত্রফল ΔAOB এর ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ। CB পথ অতিক্রম করতে গ্রহটির 4 ঘণ্টা সময় লাগলে BA পথ অতিক্রম করতে গ্রহটির কত ঘণ্টা সময় লাগবে? [সেলু স্যার]

(a) 16 (b) 8 (c) 4 (d) 2

09. পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ 11.2 km/s। কোনো গ্রহের ব্যাস
যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ হয় এবং ভর পৃথিবীর ভরের
গুণ হয়, তবে সেখানে মুক্তিবেগ কত? [ইসহাক স্যা

(a) 89.6 km/s (b) 11.2 km/s
(c) 44.8 km/s (d) 22.4 km/s

10. মঙ্গলগ্রহের ব্যাস 6000 km এবং এর পৃষ্ঠে g এর
$3.8\ ms^{-2}$ হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুর মুক্তি
কত? [ইসহাক স্যা

(a) $11.2\ kms^{-1}$ (b) $9.7\ kms^{-1}$
(c) $3.85\ kms^{-1}$ (d) $4.77\ kms^{-1}$

11. সর্বোচ্চ মহাকর্ষীয় বিভব এর মান কত? [প্রামাণিক স্যা

(a) ∞ V (b) 6.67×10^{-11}V
(c) 0 V (d) −1 V

12. একটি স্যাটেলাইটের ঘূর্ণনের সময়কাল হলো T।
গতিশক্তির সমানুপাতিক হলো– [প্রামাণিক স্যা

(a) $\frac{1}{T}$ (b) $\frac{1}{T^2}$
(c) $\frac{1}{T^3}$ (d) $T^{-\frac{2}{3}}$

13. m ভরের একজন নভোচারী একটি নভোযানে থাকা অব
নভোযানটি ভূপৃষ্ঠ হতে 4g ত্বরণে উর্ধ্বমুখী যাত্রা করে।
নভোযানটি যে বলে নভোচারীকে ধাক্কা দিবে তা হল–
[তফাজ্জল স্যা

(a) mg (b) 3mg (c) 4mg (d) 5mg

14. খাড়া উপরের দিকে 'g' এর মান– [তফাজ্জল স্যা

(a) শূন্য (b) $9.8\ ms^{-2}$
(c) $-9.8\ ms^{-2}$ (d) কোনোটিই নয়

15. m ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠ হতে R উচ্চতায় ঘুর
যদি মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য g এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হয়,
ঐ কৃত্রিম উপগ্রহের গতিশক্তি নির্ণয় কর। [তফাজ্জল স্যা

(a) $\frac{mgR}{4}$ (b) $\frac{mgR}{2}$
(c) $\frac{mgR}{3}$ (d) mgR

MCQ উত্তরমালা

01. c	02. b	03. b	04. d	05. d
06. d	07. d	08. d	09. d	10. d
11. c	12. d	13. d	14. c	15.

16. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4\times10^{6}$ m, $G = 6.7\times10^{-11}$ এস. আই. একক এবং অভিকর্ষীয় ত্বরণ $g = 9.81\text{ms}^{-2}$ হলে পৃথিবীর গড় ঘনত্ব কত?
(a) 5.46×10^{3} kgm^{3} (b) 5.46×10^{3} kgm^{-3}
(c) 5.46 kgm^{3} (d) 5.46 kg m^{-3}

17. 1kg ভরের একটি বস্তুর জন্য কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ 100ms^{-1} হলে, গ্রহের পৃষ্ঠের বিভব কত?
(a) −5000 J (b) −1000 J (c) −2400 J (d) 5000 J

18. পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজজনিত ত্বরণের মান g। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে $\frac{R_e}{2}$ উচ্চতায় অভিকর্ষজ জনিত ত্বরণের মান হবে-
(a) 2g (b) $\frac{g}{2}$ (c) $\frac{2g}{9}$ (d) $\frac{4g}{9}$

19. পৃথিবীর চারদিকে ঘূর্ণনরত দু'টি কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1:4 হলে, এদের আনুসঙ্গিক পর্যায়কালের অনুপাত কত?
(a) 1:8 (b) 1:4 (c) 4:1 (d) 8:1

20. দুটি উপগ্রহ একই বৃত্তাকার কক্ষপথে আবর্তনরত। অবশ্যই তাদের-
(a) ভর সমান (b) কৌণিক ভরবেগ সমান
(c) গতিশক্তি সমান (d) দ্রুতি সমান

MCQ উত্তরমালা

16. b	17. a	18. d	19. a	20. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. ঢাকার অক্ষাংশ 23° উত্তর। আহ্নিক গতি না থাকলে ঢাকায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কতটুকু বৃদ্ধি পেত? (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km) [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. 0.0286 ms^{-2}]**

02. পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে 2500 km উচ্চতায় অবস্থিত একটি উল্কাপিণ্ডের মুক্তিবেগ কত? দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, R = 6400 km এবং পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. 9497.581 ms^{-1}]**

03. একটি রকেটকে 5.5 kms^{-1} বেগে পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে উল্লম্বভাবে নিক্ষেপ করা হলো। পৃথিবীতে ফিরে আসার পূর্বে রকেটটি পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় উপনীত হবে? (দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর $= 6\times10^{24}$ kg এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^{6} m।) [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. 2.04×10^{6}m]**

04. পৃথিবী সূর্যের চারদিকে 1.5×10^{11}m দূর থেকে এক বছরে একবার ঘুরে আসছে। সূর্যের ভর 1.99×10^{30}kg হলে, কক্ষপথে পৃথিবীর দ্রুতি কত? [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. 2.988×10^{4} ms^{-1}]**

05. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.37×10^{6}m এবং এর গড় ঘনত্ব 5.5 gcm^{-3}। পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভব নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. $-6.24\times10^{7}\text{Jkg}^{-1}$]**

06. 800 kg এবং 600 kg ভরের দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 25 cm। প্রথম বস্তু হতে 20 cm এবং দ্বিতীয়টি থেকে 15 cm দূরে কোন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব ও মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য কত? [বিভব -5.34×10^{-7} Jkg^{-1}; প্রাবল্য 2.22×10^{-6} Nkg^{-1}] [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans. লব্ধি প্রাবল্যের দিক E_A এর সাথে 53.22° কোণে।]**

07. একটি নিরেট সুষম গোলকের ভর 6×10^{24}kg এবং ব্যাসার্ধ 6.4×10^{6}m। গোলকের কেন্দ্র থেকে 3.2×10^{6}m দূরে P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো। P বিন্দুতে অবস্থিত 200 kg ভরের কোনো বস্তুর ওপর মহাকর্ষীয় বলের মান কত হবে নির্ণয় করো। [তপন স্যার] **[Ans. বিভব -8.6×10^{7} Jkg^{-1}; প্রাবল্য 4.89 Nkg^{-1}; 978 N]**

08. একটি বলকে পৃথিবীতে উপরের দিকে ছুঁড়ে মারলে এটি 10 m উচ্চতায় উঠে। বলটিকে চাঁদে ছুঁড়ে মারলে এটি কত উচ্চতায় উঠবে? [পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 গুণ ও 4 গুণ] [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 50.625 m]**

09. m ভরের একটি উপগ্রহ r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে পৃথিবীর চারপাশে আবর্তন করছে। দেখাও যে, উপগ্রহটির কৌণিক ভরবেগ, $L = m\sqrt{GMr}$। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. $m\sqrt{G}$]**

10. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি h উচ্চতায় ঘূর্ণায়মান যেখানে $h \ll R$ [R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ ন্যূনতম কত বৃদ্ধি করলে এটি পৃথিবীর অভিকর্ষ ক্ষেত্র ছেড়ে চলে যাবে? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. $\sqrt{gR}\,(\sqrt{2}-1)$]**

11. বুধ গ্রহের অনুসূর (সূর্য হতে নিকটতম বিন্দু) ও অপসূর (সূর্য হতে দূরতম বিন্দু) দূরত্ব যথাক্রমে 4.59×10^{10}m এবং 6.98×10^{10}m। অপসূর স্থানে বুধ গ্রহের দ্রুতি $3.88\times10^{4}\text{ms}^{-1}$ হলে অনুসূর স্থানে দ্রুতি কত? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 5.9×10^{4} ms^{-1}]**

12. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে d উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং ভূ-পৃষ্ঠ হতে d গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পরস্পর সমান। d এর মান কত? পৃথিবীকে 6400 km ব্যাসার্ধের একটি সুষম ঘনত্বের গোলক মনে করো। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 3955.417 km]**

13. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গড় কৌণিক বেগ 1°/day। সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব 1.5×10^{8}km হলে সূর্যের ভর নির্ণয় কর। [$G = 6.67\times10^{-11}\text{Nm}^{2}\text{kg}^{-2}$] [সেলু স্যার] **[Ans. 2.06×10^{30} kg]**

14. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার। সূর্য হতে পৃথিবীর নিকটতম দূরত্ব 1.47×10^{11} m এবং দূরতম দূরত্ব 1.52×10^{11} m। পৃথিবীকে সূর্যের নিকটতম দূরত্ব হতে দূরতম দূরত্বে সরাতে সূর্যের মহাকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কত কাজ সম্পন্ন হবে? [দেবু স্যার] [Ans. 1.702×10^{30} J]

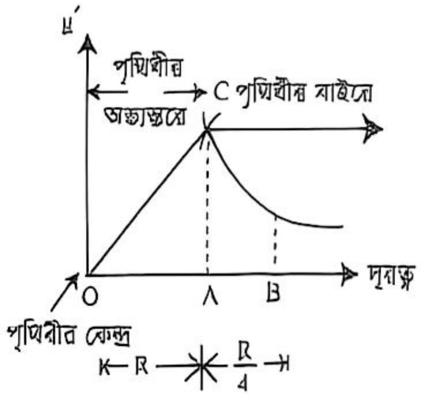
15. সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব 1.5×10^{11} মিটার। সূর্য ও পৃথিবীর ভরের তুলনা কর। ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ এস.আই. একক এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= 6.4 \times 10^{6}$ মিটার।

[দেবু স্যার] [Ans. 3.33×10^{5}]

16. একটি উপগ্রহ নিজ অক্ষে 10 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। এর ব্যাস 14×10^{7} m। 10^{4} kg ভরবিশিষ্ট একটি নভোযান উপগ্রহটিতে অবতরণ করলে উপগ্রহের নিজ অক্ষের ঘূর্ণনের কারণে নভোযানের ওজন কত হ্রাস পাবে?

[দেবু স্যার] [Ans. 21.3N]

17. উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24}$ kg এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km।



উদ্দীপকের A বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য নির্ণয় কর।

[Ans. 9.775 ms^{-2}]

18. 7.36×10^{22} kg ভরের চাঁদ থেকে 5.98×10^{24} kg ভরের আমাদের এই পৃথিবী ও 1.99×10^{30} kg ভরের সূর্যের দূরত্ব যথাক্রমে 3.85×10^{5} km ও 1.50×10^{8} km। পৃথিবী ও সূর্য চাঁদের সাথে সমকোণে অবস্থিত হলে চাঁদের উপর মোট প্রযুক্ত বল কত? [Ans. 4.77×10^{20} N]

19. সূর্য হতে পৃথিবীতে আলো আসতে 8 min 20s সময় লাগে। সূর্যের ভর নির্ণয় করো। [Ans. 2.008×10^{30} kg]

20. ভূ-পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে g এর মান শূন্য হলে দিনের দৈর্ঘ্য কত হবে? [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^{6} m] [Ans. 3590.4 s]

21. M ভরের ও l দৈর্ঘ্যের একটি সুষম সরু রডের অক্ষ বরাবর এক প্রান্ত থেকে x দূরত্বের P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য নির্ণয় কর। [হিমাদ্রি স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. $-\frac{GM}{x(l+x)}$]

22. n সংখ্যক বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু বহুভুজের প্রতিটি শীর্ষ বিন্দুতে m ভরের একটি করে কণা স্থাপিত। বহুভুজের কেন্দ্রে মহাকর্ষীয় বিভব ও মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

[হিমাদ্রি স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-0

[Ans. $-\frac{nGm}{a}$, 0]

23. কোনো বিন্দু হতে 4 m ও 3 m দূরত্বে 8 kg ও 6 kg ভরের দুটি বস্তু রাখা আছে। বিন্দু ও বস্তুদ্বয়ের সংযোজক রেখাদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে ঐ বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-0

[Ans. 0.77×10^{-11} N kg^{-1}, -2.67×10^{-10} J kg^{-1}]

24. 6 m বাহুবিশিষ্ট কোনো ঘনকের প্রতিটি কোণায় 3×10^{6} kg ভরের বস্তু রাখা আছে। সিস্টেমটি ভেঙে ফেলতে কী পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করতে হবে?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. 27.38

25. 2.53 kg এবং 7.10 kg ভরের দুটি গোলক পরস্পর থেকে 1.56 m দূরত্বে (কেন্দ্র হতে কেন্দ্র) স্থির আছে। একটি 212 g ভরের গোলক 7.10 kg ভরের গোলকের কেন্দ্র থেকে 42.0 cm দূরে কেন্দ্র সংযোজক রেখার ওপর উভয় গোলকের মাঝে রাখা আছে। 212 g ভরের গোলকটিকে কেন্দ্র সংযোজক রেখা বরাবর সরিয়ে 2.53 kg ভরের গোলকের কেন্দ্র থেকে 42.0 cm দূরে স্থাপন করতে বাহ্যিক এজেন্টকে কতটুকু কাজ করতে হবে?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans: 9.85×10^{-11} J]

26. একটি নিউট্রন নক্ষত্র নিজ অক্ষের সাপেক্ষে 1 rev s^{-1} বেগে ঘুরছে। এই নক্ষত্রের ব্যাসার্ধ 20 km হলে এর পৃষ্ঠে কোনো বস্তু স্থির থাকতে চাইলে নক্ষত্রটির ভর ন্যূনতম কত হতে হবে?

[প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06]

[Ans. 2.36×10^{24} kg]

27. পৃথিবীর ভর এবং চাঁদের ভর এবং এদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে M_1, R_1 এবং M_2, R_2। ওদের কেন্দ্র দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব d। কেন্দ্র দুটির মধ্যবিন্দু থেকে m ভরের কোনো বস্তুকে ন্যূনতম কত বেগে প্রক্ষেপ করলে সেটি অসীম দূরত্বে চলে যাবে?

[হিমাদ্রি স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06]

[Ans. $\sqrt{\frac{4G(M_1+M_2)}{d}}$]

28. একটি উপগ্রহ পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে 640 km উচ্চতায় প্রাথমিকভাবে প্রায় বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে; এর ভর 220 kg। বিভিন্ন কারণে উপগ্রহটি প্রতি আবর্তনে গড়ে 1.40×10^{5} J যান্ত্রিক শক্তি হারায়। কক্ষপথটিকে "ধীরে ধীরে হ্রাস পাওয়া ব্যাসার্ধের বৃত্ত" হিসেবে বিবেচনা করে, ১৫০০ তম আবর্তন শেষে পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উপগ্রহটির দূরত্ব, দ্রুতি এবং পর্যায়কাল নির্ণয় করো। [$R = 6.37 \times 10^{6}$ m]

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans: 92.6 min

29. হ্যালির ধূমকেতুর পর্যায়কাল ৭৬ বছর। ১৯৮৬ সালে সূর্যের সাথে এর নিকটতম দূরত্ব (অনুসূর) ছিল 8.8×10^{10} m (বুধ ও শুক্রের কক্ষপথের মাঝে)। এর অপসূর বা সূর্য থেকে সর্বাধিক দূরত্ব এবং কক্ষপথের উৎকেন্দ্রিকতা নির্ণয় করো।

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-08][Ans: 0.967]

30. কোনো একটি প্যারালাল ইউনিভার্সে m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুর মধ্যকার মহাকর্ষ বল $m_1 m_2 e^{-r}$। ঐ ইউনিভার্সে M ভরের একটি গ্রহ আছে যার ব্যাসার্ধ r।

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-08]

(i) গ্রহটির মুক্তিবেগ কত? [Ans. $\sqrt{2Me^{-r}}$]

(ii) গ্রহটির পৃষ্ঠের মহাকর্ষীয় বিভবের মান কত? [Ans. $-Me^{-r}$]

(iii) গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ ও পর্যায়কাল কত? [Ans. $\frac{2\pi\sqrt{r+h}}{\sqrt{Me^{-(r+h)}}}$]

[ধরে নাও, ঐ ইউনিভার্সে পদার্থবিজ্ঞানের অন্যান্য সূত্র একই আছে ও সব মান SI এককে দেওয়া আছে]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

02. **Sol^n: (b);** $F = G\frac{m_1 m_2}{d^2} \Rightarrow F = G\frac{1\times1}{1^2}$

$\therefore F = G = 6.673 \times 10^{-11}$N

03. **Sol^n: (b);** $F \propto \frac{1}{D^2}$

$\therefore \frac{F_2}{F_1} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \Rightarrow \frac{\frac{1}{3}F_1}{F_1} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$

$\Rightarrow D_2^2 = 3D_1^2 \Rightarrow D_2 = \sqrt{3}D_1$

04. **Sol^n: (d);** $g' = g\left(1 - \frac{d}{R}\right) \Rightarrow \frac{1}{3}g = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$

$\Rightarrow \frac{d}{R} = \frac{2}{3} \therefore d = \frac{2R}{3}.$

05. **Sol^n: (d);** $I = \frac{2}{5}MR^2$; ব্যাসার্ধ ও ভর অর্ধেক হওয়ার পর,

$I' = \frac{2}{5}\left(\frac{M}{2}\right) \times \left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}I$

কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $I\omega = I'\omega'$

$\Rightarrow I\omega = \frac{1}{8}I\omega' \Rightarrow \omega' = 8\omega$

তাই, একদিনে ঘণ্টা হবে $= \left(\frac{24}{8}\right)h = 3\ h$

তাহলে, এক বছরে দিন হবে $= \left(365 \times \frac{24}{3}\right)$ দিন

$= 2920$ দিন।

06. **Sol^n: (d);** $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMmh}{R(R+h)} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\cdot gR^2\cdot\frac{R}{4}}{R\,\frac{5R}{4}}} = \sqrt{\frac{2gR}{5}}$

07. **Sol^n: (d);** $T_2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}} \times T_1 = \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{3}{2}} \times T_1 = \frac{1}{8}T_1$

09. **Sol^n: (d);** $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}; \frac{v_u}{v_e} = \frac{\sqrt{\frac{2G\cdot8M}{2R}}}{\sqrt{\frac{2GM}{R}}}$

$\Rightarrow \frac{v_u}{v_e} = 2 \Rightarrow v_u = 2 \times 11.2 = 22.4$ km/s

10. **Sol^n: (d);** $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 3.8 \times \frac{6000000}{2}}$

$= 4774.9\ ms^{-1} = 4.77\ kms^{-1}$

12. **Sol^n: (d);** $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 4\pi^2\frac{\pi^2}{T^2} \Rightarrow T^2 \propto r^3 \therefore T^{\frac{4}{3}} \propto r^2$

$\therefore E \propto \frac{T^{\frac{4}{3}}}{T^2} \therefore E \propto T^{-\frac{2}{3}}$

13. **Sol^n: (d);** $F = m\cdot(4g + g) = 5mg$

15. **Sol^n: (a);** $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{2R}} = \sqrt{\frac{gR}{2}}$

গতিশক্তি $= \frac{1}{2}m \times \frac{gR}{2} = \frac{mgR}{4}.$

16. **Sol^n: (b);** $g = \frac{4}{3}\pi G\rho R \therefore \rho = 5.46 \times 10^3\ kgm^{-3}$

17. **Sol^n: (a);** গতিশক্তি = − পৃষ্ঠের বিভবশক্তি

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = -mV$

$\Rightarrow V = -\frac{1}{2}v^2 = -5000J$

[এখানে, v = বিভব এবং বিভবশক্তি $= V_{xm}$]

18. **Sol^n: (d);** $g = \frac{GM}{R^2} \therefore g \propto \frac{1}{R^2}$

Now, $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R'}\right)^2 = \left(\frac{R}{R+\frac{R}{2}}\right)^2 = \left(\frac{1}{\frac{3}{2}}\right)^2$

$= \left(\frac{2}{3}\right)^2 \therefore g' = \frac{4g}{9}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda \Rightarrow g - g' = \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R\cos^2\lambda = \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6400000 \times \cos^2 23°$

$= 0.0286\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $u_e = \sqrt{2g'r} = \sqrt{2 \times \frac{GM}{(R+h)^2} \times (R+h)}$

$= \sqrt{\frac{2GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{2gR^2}{R+h}} = \sqrt{\frac{2\times9.8\times(6400\times10^3)^2}{(6400+2500)\times10^3}}\ ms^{-1}$

$= 9497.581\ ms^{-1}$

03. **Sol^n:** ভূপৃষ্ঠে মোট শক্তি = সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তি

$\Rightarrow -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{R+h} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = GMm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times (5.5 \times 10^3)^2$

$= 6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times \left(\frac{1}{6.4\times10^6} - \frac{1}{6.4\times10^6+h}\right)$

$\Rightarrow h = 2.04 \times 10^6$m **(Ans.)**

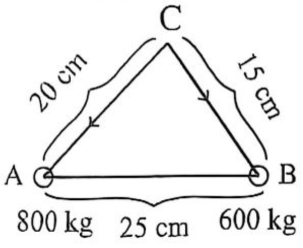
04. **Sol^n:** $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\times\pi\times1.5\times10^{11}}{86400\times365}\ ms^{-1}$

$= 2.988 \times 10^4\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

05. **Solⁿ:** বিভব, $V = -\frac{GM}{R} = -\frac{G\times\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{R} = -\frac{4}{3}G\pi R^2\rho$

$= -\frac{4}{3}\times 6.673\times 10^{-11}\times\pi\times(6.37\times 10^6)^2\times 5.5\times 10^3 \text{Jkg}^{-1}$

$= -6.24\times 10^7 \text{Jkg}^{-1}$



06. **Solⁿ:**

A বস্তুর জন্য C বিন্দুতে বিভব, $V_A = -\frac{GM_A}{r_1}$

$= -\frac{6.673\times 10^{-11}\times 800}{0.2} \text{Jkg}^{-1} = -2.67\times 10^{-7} \text{Jkg}^{-1}$

প্রাবল্য, $E_A = \frac{GM_A}{r_1^2} = \frac{6.673\times 10^{-11}\times 800}{(0.2)^2} \text{Nkg}^{-1}$

$= 1.33\times 10^{-6} \text{Nkg}^{-1}$

B বস্তুর জন্য C বিন্দুতে বিভব, $V_B = -\frac{GM_B}{r_2}$

$= \frac{-6.673\times 10^{-11}\times 600}{0.15} \text{Jkg}^{-1} = -2.67\times 10^{-7} \text{Jkg}^{-1}$

প্রাবল্য, $E_B = -\frac{GM_B}{r_2^2} = \frac{6.673\times 10^{-11}\times 600}{(0.15)^2} \text{Nkg}^{-1}$

$= 1.779\times 10^{-6} \text{Nkg}^{-1}$

∴ C বিন্দুতে লব্ধি বিভব,

$V = V_A + V_B = -5.34\times 10^{-7} \text{Jkg}^{-1}$ **(Ans.)**

লব্ধি প্রাবল্য, $E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_AE_B\cos 90°}$

$= \sqrt{(1.33\times 10^{-6})^2 + (1.779\times 10^{-6})^2} \text{Nkg}^{-1}$

$= 2.22\times 10^{-6} \text{ Nkg}^{-1}$ **(Ans.)**

লব্ধি প্রাবল্যের দিক E_A এর সাথে θ কোণে হলে,

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_B\sin 90°}{E_A + E_B\cos 90°}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{E_B}{E_A}\right)$

$= \tan^{-1}\left(\frac{1.779\times 10^{-6}}{1.33\times 10^{-6}}\right) = 53.22°$

∴ লব্ধি প্রাবল্যের দিক E_A এর সাথে 53.22° কোণে। **(Ans.)**

07. **Solⁿ:** বিভব, $V = -\frac{GM(3a^2 - r^2)}{2a^3}$

$= \frac{-6.673\times 10^{-11}\times 6\times 10^{24}\times\left\{3\times(6.4\times 10^6)^2 - (3.2\times 10^6)^2\right\}}{2\times(6.4\times 10^6)^3} \text{ Jkg}^{-1}$

$= -8.6\times 10^7 \text{ Jkg}^{-1}$ **(Ans.)**

প্রাবল্য, $E = \frac{GMr}{a^3} = \frac{6.673\times 10^{-11}\times 6\times 10^{24}\times 3.2\times 10^6}{(6.4\times 10^6)^3}$

$= 4.89 \text{ Nkg}^{-1}$ **(Ans.)**

200kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল, $F = mE$

$= 200\times 4.89 \text{ N} = 978 \text{ N}$ **(Ans.)**

08. **Solⁿ:** পৃথিবীর ক্ষেত্রে, $g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}$

চাঁদের ক্ষেত্রে, $g_m = \frac{GM_m}{R_m^2} \therefore \frac{g_e}{g_m} = \frac{M_e}{M_m}\times\frac{R_m^2}{R_e^2} = 81\times\frac{1}{4^2} = \frac{81}{16}$

$\therefore g_m = \frac{16}{81}g_e$

পৃথিবীতে বলের উচ্চতা h_e হলে, $v^2 = u^2 - 2g_eh_e$

$\Rightarrow u^2 = 20g_e \dots\dots\dots (i)$

আবার, চাঁদে বলের উচ্চতা h_m হলে, $v^2 = u^2 - 2g_mh_m$

$\Rightarrow u^2 = 2g_mh_m \dots\dots\dots (ii)$

(i) ও (ii) হতে, $20g_e = 2g_mh_m \Rightarrow 20g_e = 2\times\frac{16}{81}g_eh_m$

$\Rightarrow h_m = \frac{810}{16} \text{m} = 50.625 \text{ m}$ **(Ans.)**

09. **Solⁿ:** কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$

উপগ্রহের ক্ষেত্রে, কেন্দ্রমুখী বল = মহাকর্ষ বল

$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \Rightarrow mv^2r = GMm \Rightarrow m^2v^2r^2 = GMm^2r$

$\Rightarrow L^2 = GMm^2r \Rightarrow L = m\sqrt{GMr}$ **(Ans.)**

10. **Solⁿ:** পৃথিবীর পৃষ্ঠের কাছাকাছি থাকা অবস্থায় বেগ,

$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$

অসীমে পাঠাতে হলে ন্যূনতম বেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}} = \sqrt{2gR}$

∴ ন্যূনতম বেগ বাড়াতে হবে $= v_e - v = \sqrt{2gR} - \sqrt{gR}$

$= \sqrt{gR}\left(\sqrt{2} - 1\right)$ **(Ans.)**

11. **Solⁿ:** যেহেতু বুধ গ্রহের কৌণিক ভরবেগ সবসময় একই

$\therefore L_1 = L_2 \Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2 \Rightarrow v_1r_1 = v_2r_2$

$\Rightarrow v_1\times 4.59\times 10^{10} = 3.88\times 10^4\times 6.98\times 10^{10}$

$\Rightarrow v_1 = 5.9\times 10^4 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

12. **Solⁿ:** $g_h = g_d \Rightarrow g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$ [d = h]

$\Rightarrow \left(\frac{R}{R+d}\right)^2 = 1 - \frac{d}{R} \Rightarrow \left(\frac{6400}{6400+d}\right)^2 = 1 - \frac{d}{6400}$

$\Rightarrow d = 3955.417 \text{ km}$ **(Ans.)**

13. **Solⁿ:** কৌণিক বেগ, $\omega = 1°/\text{day} = \frac{\pi}{180} \text{ rad/day}$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi\times 180}{\pi} \text{day} = 360 \text{ day} = 31104000\text{s}$

$M = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2\times(1.5\times 10^{11})^3}{6.673\times 10^{-11}\times(31104000)^2} \text{kg}$

$= 2.06\times 10^{30} \text{kg}$ **(Ans.)**

14. **Solⁿ:**

কৃতকাজ, $W = m(V_2 - V_1)$

$= GMm\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$= 6.673\times 10^{-11}\times 2\times 10^{30}$

$\times 6\times 10^{24}$

$\times\left(\frac{1}{1.47\times 10^{14}} - \frac{1}{1.52\times 10^{14}}\right)$

$= 1.792\times 10^{29} \text{ J}$ **(Ans.)**

সূর্যের ভর,

$M = 2\times 10^{30} \text{kg}$

পৃথিবীর ভর,

$m = 6\times 10^{24} \text{kg}$

$G = 6.673\times 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$

$r_1 = 1.47\times 10^{14} \text{ m}$

$r_2 = 1.52\times 10^{14} \text{m}$

15. **Solⁿ:** $M_s = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2} = \frac{4\times\pi^2\times(1.5\times 10^{11})^3}{6.673\times 10^{-11}\times(365\times 86400)^2} = 2\times 10^{30} \text{kg}$

আবার, $M_e = 6\times 10^{24} \text{kg} \therefore \frac{M_s}{M_e} = \frac{2\times 10^{30}}{6\times 10^{24}} = 3.33\times 10^5$ **(Ans.)**

16. **Solⁿ:** $T = 10 \text{ hr} = 36000\text{s}$

$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{36000} \text{rad/s} = 1.745\times 10^{-4} \text{ rad/s}$

$g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda \Rightarrow g - g' = \omega^2 R\cos^2 0°$

$\Rightarrow g - g' = (1.745\times 10^{-4})^2\times\left(\frac{14\times 10^4}{2}\right)\times(1)^2$

$= 2.13\times 10^{-3} \text{ ms}^{-2}$

∴ ওজন হ্রাস $= m(g - g') = 10^4\times 2.13\times 10^{-3}\text{N}$

$= 21.3\text{N}$ **(Ans.)**

17. **Solⁿ:** উত্তর: A বিন্দুটি হচ্ছে পৃথিবী পৃষ্ঠ।

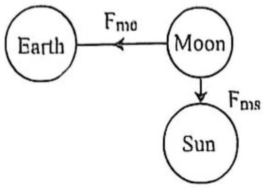
দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6\times 10^{24} \text{ kg}$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400 \text{ km} = 6.4\times 10^6 \text{ m}$

∴ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $= \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times 10^{-11}\times 6\times 10^{24}}{(6.4\times 10^6)^2}$

$= 9.775 \text{ ms}^{-2}$ **(Ans.)**

18. **Solⁿ:**



পৃথিবী কর্তৃক চাঁদের উপর প্রযুক্ত বল, $F_{me} = \frac{GM_mM_e}{(r_{me})^2}$

$\therefore F_{me} = \frac{(6.67\times10^{-11})(7.36\times10^{22})(5.98\times10^{24})}{(3.85\times10^8)^2}$ N

$\Rightarrow F_{me} \cong 1.98 \times 10^{20}$N

সূর্য কর্তৃক চাঁদের উপর প্রযুক্ত বল, $F_{ms} = G\frac{M_mM_s}{(r_{ms})^2}$

$\therefore F_{ms} = \frac{(6.67\times10^{-11})(7.36\times10^{22})(1.99\times10^{30})}{(1.5\times10^{11})^2}$ N

$\Rightarrow F_{ms} = 4.34 \times 10^{20}$N

যেহেতু, দুটি বল পরস্পরের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়া করে সেহেতু মোট প্রযুক্ত বলের মান, $F_R = \sqrt{(F_{me})^2 + (F_{ms})^2}$

$= \sqrt{(1.98 \times 10^{20})^2 + (4.34 \times 10^{20})^2}$

$= \left(\sqrt{(1.98)^2 + (4.34)^2}\right) \times 10^{20}\text{N} = 4.77 \times 10^{20}\text{N}$ **(Ans.)**

মনে করি, লব্ধি বল চাঁদ ও সূর্যের সংযোজক সরলরেখার সাথে θ কোণের সৃষ্টি করে তাহলে, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{me}}{F_{ms}}\right) = 24.52°$ **(Ans.)**

$\therefore$ মোট প্রযুক্ত বল $= 4.77 \times 10^{20}$N, চাঁদ ও সূর্যের সংযোজক সরলরেখার সাথে 24.52° কোণে ক্রিয়াশীল। **(Ans.)**

19. **Solⁿ:** $s = ct$ হতে পাই,

$r = ct = 3 \times 10^8 \times 500$

$= 1.5\times10^{11}$m

$M = \frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$

$= \frac{4\times\pi^2\times(1.5\times10^{11})^3}{6.673\times10^{-11}\times(365\times24\times60\times60)^2}$

$= 2.008 \times 10^{30}$kg **(Ans.)**

এখানে, সময়, $t = 500$ s

আলোর বেগ,

$c = 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$

পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব = r

পর্যায়কাল,

$T = 365\times24\times60\times60$ s

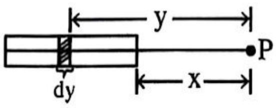
20. **Solⁿ:** এখানে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$m

$g_\lambda = g - \omega^2R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow 0 = 9.8 - \omega^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$

$\therefore \omega = 1.75 \times 10^{-3}\text{ rads}^{-1}$; $T = \frac{2\pi}{\omega} = 3590.4$ s **(Ans.)**

21. **Solⁿ:** একক দৈর্ঘ্যের ভর $= \frac{M}{l}$



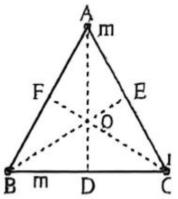
$\therefore$ dy অংশের ভর, $dM = \frac{Mdy}{l}$

dy এর জন্য P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য, $dE = -G\frac{dM}{y^2} = -\frac{GM}{l}\frac{dy}{y^2}$

$\therefore$ সমগ্র রডের জন্য $E = \int dE = -\frac{GM}{l}\int_x^{l+x}\frac{dy}{y^2}$

$= \frac{GM}{l}\left[\frac{1}{y}\right]_x^{l+x} = \frac{GM}{l} \times \left(\frac{1}{l+x} - \frac{1}{x}\right) = -\frac{GM}{x(l+x)}$

22. **Solⁿ:** ধরি, $AO = BO = CO = r$ এবং $AB = BC = CA = a$



$\therefore AD = AB\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}a$

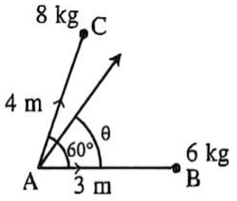
$\therefore AO = BO = CO = \frac{\sqrt{3}}{2}a \times \frac{2}{3} = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\therefore$ O বিন্দুতে, $V = -\frac{Gm}{r} - \frac{Gm}{r} - \frac{Gm}{r}$

$= \frac{-3Gm}{r} = -\frac{3Gm}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{-3\sqrt{3}\,Gm}{a}$ **(Ans.)**

কণাত্রয়ের সৃষ্ট প্রাবল্যগুলো পরস্পর সমান এবং 120° কোণে অবস্থান করে, তাই লব্ধি প্রাবল্য শূন্য হয়। **(Ans.)**

23. **Solⁿ:** B বস্তুর জন্য,



A বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_B = \frac{GM_A}{R_A^2}$

$= \frac{6.673\times10^{-11}\times6}{3^2}\text{Nkg}^{-1}$

$= 4.45 \times 10^{-11}\text{Nkg}^{-1}$

A বিন্দুতে বিভব, $V_B = -\frac{GM_A}{R_A}$

$= -\frac{6.673\times10^{-11}\times6}{3}\text{Jkg}^{-1}$

$= -1.33 \times 10^{-10}\text{Jkg}^{-1}$

C বস্তুর জন্য, A বিন্দুতে প্রাবল্য, $E_C = \frac{GM_B}{R_B^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times8}{4^2}\text{Nkg}^{-1}$

$= 3.34 \times 10^{-11}\text{Nkg}^{-1}$

A বিন্দুতে বিভব, $V_C = \frac{-GM_B}{R_B} = -\frac{6.673\times10^{-11}\times8}{4}\text{Jkg}^{-1}$

$= -1.33 \times 10^{-10}\text{Jkg}^{-1}$

$\therefore$ লব্ধি প্রাবল্যের মান, $E = \sqrt{E_C^2 + E_B^2 + 2E_CE_B\cos\alpha}$

$= \sqrt{(4.45 \times 10^{-11})^2 + (3.34 \times 10^{-11})^2 + 2 \times 4.45 \times 10^{-11} \times 3.34 \times 10^{-11} \times \frac{1}{2}}$

$= 6.77 \times 10^{-11}\text{Nkg}^{-1}$ **(Ans.)**

লব্ধি প্রাবল্যের দিক E_B এর θ কোণে হলে, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_C\sin\alpha}{E_B+E_C\cos\alpha}\right)$

$= \tan^{-1}\left\{\frac{3.34\times10^{-11}\times\sin 60°}{4.45\times10^{-11}+3.34\times10^{-11}\times\cos 60°}\right\} = 25.29°$

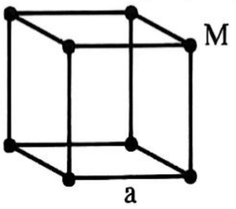
$\therefore$ প্রাবল্যের দিক E_B এর সাথে 25.29° কোণে **(Ans.)**

লব্ধি বিভব, $V = V_B + V_C$

$= (-1.33 \times 10^{-10} - 1.33 \times 10^{-10})\text{Jkg}^{-1}$

$= -2.67 \times 10^{-10}\text{ Jkg}^{-1}$ **(Ans.)**

24. **Solⁿ:**



$M = 3 \times 10^5$ kg

$a = 5$ m

মোট জোড়া $= {}^8C_2 = 28$

বাহু বরাবর = 12 জোড়া; $r_1 = a = 5$m

পৃষ্ঠের কর্ণ বরাবর = 12 জোড়া; $r_2 = a\sqrt{2} = 5\sqrt{2}$ m

ঘনকের কর্ণ বরাবর = 4 জোড়া; $r_3 = a\sqrt{3} = 5\sqrt{3}$ m

$\therefore W = 12\left(-\frac{GMM}{r_1}\right) + 12\left(-\frac{GMM}{r_2}\right) + 4\left(-\frac{GMM}{r_3}\right)$

$= -\frac{GM^2}{a}\left(12 + 6\sqrt{2} + \frac{4}{\sqrt{3}}\right)$

$= -\frac{6.673\times10^{-11}\times(3\times10^5)^2}{5}\left(12 + 6\sqrt{2} + \frac{4}{\sqrt{3}}\right)$ J $= -27.38$ J

$\therefore$ 27.38 J শক্তি সরবরাহ করতে হবে। **(Ans.)**

25. **Solⁿ:** $M_1 = 2.53$ kg, $M_2 = 7.16$ kg, $m = 0.212$ kg

মোট দূরত্ব, $d = 1.56$ m

আদি অবস্থান, $r_{2i} = 0.42$ m, $r_{1i} = 1.56 - 0.42 = 1.14$ m

শেষ অবস্থান, $r_{1f} = 0.42$ m, $r_{2f} = 1.56 - 0.42 = 1.14$ m

মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি, $U = -Gm\left(\frac{M_1}{r_1} + \frac{M_2}{r_2}\right)$

কৃতকাজ, $W = U_f - U_i = Gm\left[\left(\frac{M_1}{r_{1i}} + \frac{M_2}{r_{2i}}\right) - \left(\frac{M_1}{r_{1f}} + \frac{M_2}{r_{2f}}\right)\right]$।

$W = (6.674 \times 10^{-11})(0.212)$

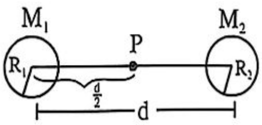
$\left[\left(\frac{2.53}{1.14} + \frac{7.16}{0.42}\right) - \left(\frac{2.53}{0.42} + \frac{7.16}{1.14}\right)\right] \approx 9.85 \times 10^{-11}$ J

26. **Solⁿ:** নিউট্রন নক্ষত্রের পৃষ্ঠে কোনো বস্তুর রৈখিক বেগ = নক্ষত্রের মুক্তিবেগ

$\Rightarrow \omega r = v_e \Rightarrow 2\pi \times 20 \times 10^3 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

$\Rightarrow M = \frac{(2\pi\times20\times10^3)^2\times20\times10^3}{2\times6.673\times10^{-11}}$ kg $\Rightarrow M = 2.36 \times 10^{24}$ kg **(Ans.)**

27. **Solⁿ:** মধ্যবিন্দু P তে,



চাঁদের জন্য বিভব,

$V_A = -\frac{GM_1}{\frac{d}{2}} = -\frac{2GM_1}{d}$

পৃথিবীর জন্য বিভব, $V_B = -\frac{GM_2}{\frac{d}{2}} = -\frac{2GM_2}{d}$

$\therefore$ মোট বিভব, $V = V_A + V_B = -\frac{2G(M_1+M_2)}{d}$

অসীমে মোট বিভব, $V_\infty = 0$ Jkg⁻¹

$\therefore$ মুক্তিবেগ v_e হলে, $\frac{1}{2}mv_e^2 = 0 - \left\{-\frac{2G(M_1+M_2)m}{d}\right\}$

$\Rightarrow v_e^2 = \frac{4G(M_1+M_2)}{d} \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{4G(M_1+M_2)}{d}}$ **(Ans.)**

28. **Solⁿ:** আদি ব্যাসার্ধ $r_0 = 6.37 \times 10^6 + 640 \times 10^3$

$= 7.01 \times 10^6$ m

আদি মোট শক্তি $E_0 = -\frac{GMm}{2r_0}$।

$E_0 = -\frac{3.986\times10^{14}\times220}{2\times7.01\times10^6} = -6.255 \times 10^9$ J

মোট শক্তি ক্ষয়, $\Delta E = 1500 \times (1.40 \times 10^5)$

$= 2.10 \times 10^8$ J

শেষ শক্তি, $E_f = E_0 - \Delta E$

$= -6.255 \times 10^9 - 0.210 \times 10^9$

$= -6.465 \times 10^9$ J

শেষ ব্যাসার্ধ, $r_f = -\frac{GMm}{2E_f}$

$r_f = -\frac{3.986\times10^{14}\times220}{2\times(-6.465\times10^9)} \approx 6.782 \times 10^6$ m

ভূপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা, $h_f = r_f - R_E$

$= 6.782 \times 10^6 - 6.37 \times 10^6$

$= 4.12 \times 10^5$ m

$= 412$ km

শেষ দ্রুতি $v_f = \sqrt{\frac{GM}{r_f}} = \sqrt{\frac{3.986\times10^{14}}{6.782\times10^6}} \approx 7667$ ms⁻¹

শেষ পর্যায়কাল $T_f = 2\pi\sqrt{\frac{r_f^3}{GM}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{(6.782\times10^6)^3}{3.986\times10^{14}}}$

≈ 5558 s ≈ 92.6 min

29. **Solⁿ:** পর্যায়কাল $T = 76$ yrs

$M = 1.99 \times 10^{30}$ kg

$T = (76 \times 365 \times 86400)$ seconds

কেপলারের ৩য় সূত্র ব্যবহার করে অর্ধ-পরাক্ষ,

$a = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(1.372\times10^{20})\times(2.398\times10^9)^2}{4\pi^2}} \approx 2.684 \times 10^{12}$ m

অনুসূর দূরত্ব, $r_p = 8.8 \times 10^{10}$ m

আমরা জানি, $2a = r_p + r_a$

অপসূর দূরত্ব, $r_a = 2a - r_p$;

$r_a = 2(2.684 \times 10^{12}) - 8.8 \times 10^{10} = 5.28 \times 10^{12}$ m

উৎকেন্দ্রিকতা e হলে, $r_p = a - ae$

$\Rightarrow r_p = a(1-e) \Rightarrow e = 1 - \frac{r_p}{a}$

$e = 1 - \frac{8.8\times10^{10}}{2.684\times10^{12}} = 1 - 0.0328 \approx 0.967$

30. **Solⁿ:** (i) $E_{pi} + E_{ki} = E_{pf} + E_{kf}$

$\Rightarrow \int_\infty^r Mme^{-r}dr + \frac{1}{2}mv^2 = 0 + 0 = -\frac{1}{2}mv^2$

$= \int_r^\infty Mme^{-r}\,dr \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Mm\int_r^\infty e^{-r}\,dr$

$\Rightarrow v^2 = 2M\int_r^\infty e^{-r}\,dr$

$\Rightarrow v^2 = 2M\left[\frac{e^{-r}}{-1}\right]_r^\infty = -2M\left[\frac{1}{e^r}\right]_r^\infty = -2M\left(\frac{1}{e^\infty} - \frac{1}{e^r}\right)$

$\Rightarrow v^2 = \frac{2M}{e^r} = 2Me^{-r} \quad \therefore v = \sqrt{2Me^{-r}}$ (Ans.)

(ii) আমরা জানি, $V_r = V_{r-\infty}$ (Gravitational Potential at distance r with respect to infinity $= V_r - V_\infty$)

$\Rightarrow V_r - 0 = \frac{W_{r\to\infty}}{m}$ [Definition of Potential in any conservative field]

$\Rightarrow V_r = \frac{1}{m}\int_r^\infty -Mme^{-r}dr = -M\left[\frac{e^{-r}}{-1}\right]_r^\infty = -Me^{-r}$ **(Ans.)**

(iii) উপগ্রহটির জন্য কেন্দ্রমুখী বলের মান হচ্ছে গ্রহ ও উপগ্রহের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মানের সমান,

$\therefore \frac{mv^2}{r+h} = Mme^{-(r+h)} \Rightarrow v = \sqrt{(r+h)e^{-(r+h)}M}$

$\therefore$ উপগ্রহটির বেগ $= \sqrt{(r+h)e^{-(r+h)}M}$

এখন পর্যায়কালের জন্য আমরা জানি, $v = \frac{2\pi(r+h)}{T}$

$\therefore \frac{2\pi(r+h)}{T} = \sqrt{M(r+h)e^{-(r+h)}}$

$\Rightarrow T = \frac{2\pi(r+h)}{\sqrt{M(r+h)e^{-(r+h)}}} = \frac{2\pi\sqrt{r+h}}{\sqrt{Me^{-(r+h)}}}$ **(Ans.)**

অধ্যায় ০৭

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** ইয়ং এর গুণাঙ্ক, দৈর্ঘ্য পীড়ন ও বিকৃতি	23	18	BUET’24-25, 22-23, 13-14; KUET'18-19, 17-18, 13-14, 10-11; RUET’24-25,14-15, 13-14; CUET'25-26; CKRUET’23-24, 20-21; BUTEX’12-13; IUT’22-23, 14-15, 18-19, 16-17, 11-12 SUST’24-25	BUET'19-20, 18-19, 13-14; KUET’04-05; RUET’25-26, 18-19, 11-12, 08-09, 07-08,06-07, 05-06, 03-04; CUET’09-10, 05-06, 03-04; BUTEX'24-25, 23-24; IUT'10-11
✪✪	**T-02:** আয়তন গুণাঙ্ক পরিবর্তন ও বিকৃতি	-	06	-	BUET’24-25, 22-23, 16-17, 08-09, KUET’03-04; BUTEX’06-07; MIST’24-25
✪	**T-03:** দৃঢ়তার গুণাঙ্ক/কাঠিন্যের গুণাঙ্ক/ব্যবর্তন গুণাঙ্ক/মোচড় গুণাঙ্ক	-	02	-	BUET'16-17; MIST’23-24
✪✪	**T-04:** পয়সনের অনুপাত	05	01	BUET'13-14, 12-13; CKRUET’22-23; CUET’11-12; BUTEX’14-15;	BUET'17-18
✪	**T-05:** অসহ পীড়ন	02	01	CUET’13-14, 10-11	BUET'25-26
✪✪✪	**T-06:** কৃতকাজ	13	05	BUET’24-25, 14-15; KUET'24-25, 16-17, 15-16, 14-15, 11-12, 07-08, CKRUET’22-23; IUT'17-18;	BUET’24-25, 23-24, 14-15; RUET’06-07; BUTEX'18-19
✪✪	**T-07:** সান্দ্রতা এবং স্টোকসের সূত্র	08	04	BUET’13-14, 11-12; CKRUET’20-21, IUT’20-21; IUT’19-20; KUET'18-19; BUTEX’14-15	BUET'17-18, 14-15; KUET’03-04; RUET’04-05
✪✪✪	**T-08:** পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি	12	07	BUET'13-14, 09-10; KUET'18-19, 13-14, 11-12; RUET’14-15, 13-14, CUET’25-26, 10-11; BUTEX’12-13 BUTEX’16-17; IUT’10-11;	BUET'16-17; KUET'19-20; BUTEX'19-20; RUET’07-08, 03-04; CUET’05-06, 04-05
✪✪	**T-09:** কৈশিকতা ও স্পর্শ কোণ	05	03	KUET'17-18, 16-17, 10-11; BUET’13-14; BUTEX’13-14	BUET’05-06, 00-01; BUTEX’10-11

T-01: ইয়ং এর গুণাঙ্ক, দৈর্ঘ্য পীড়ন ও বিকৃতি

কনসেপ্ট রিভিউ

L দৈর্ঘ্যের, A $\left(\pi r^2 = \frac{1}{4}\pi D^2\right)$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট স্থিতিস্থাপক তারে $F = mg$ বল প্রযুক্ত হলে এটি l পরিমাণ প্রসারিত হয়।

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \frac{l}{L}$

$\therefore$ পীড়ন $= \frac{F}{A}$

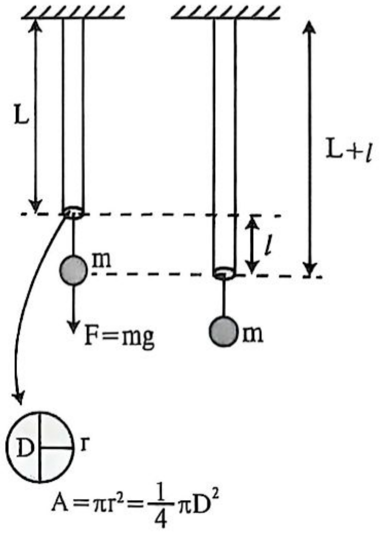
হুকের সূত্র: পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

$\Rightarrow \frac{F}{A} \propto \frac{l}{L}$

$\therefore \frac{F}{A} = Y\frac{l}{L}$

$\Rightarrow Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{Al}$ (একক Nm^{-2})

[ইয়ং গুণাঙ্ক (Y) হলো স্থিতিস্থাপক তারের উপাদানের ধর্ম। এটি তারের দৈর্ঘ্য ও ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না]



◆ $\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta$

যেখানে,

ΔL = দৈর্ঘ্য পরিবর্তন

α = দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

L_0 = আদি দৈর্ঘ্য

$\Delta\theta$ = তাপমাত্রার পরিবর্তন

এখন,

বিকৃতি, $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha\Delta\theta$

সুতরাং, $Y = \frac{F/A}{\alpha\Delta\theta} = \frac{F}{A\alpha\Delta\theta}$

বা, পীড়ন, $\frac{F}{A} = Y\alpha\Delta\theta$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. দুটি তার A এবং B এর ব্যাস যথাক্রমে 1×10^{-3} m এবং 4×10^{-3} m। যদি উভয় তার একই লোড দ্বারা টানা হয়, তাহলে A এর দৈর্ঘ্য B এর দৈর্ঘ্যের চেয়ে 4 গুণ বৃদ্ধি পাবে। তাদের উপাদানগুলোর ইয়ং এর মডুলাসের তুলনা কর। **[CUET'25-26]**

(a) 1:4 (b) 4:1 (c) 18:12

(d) 12:18 (e) 1:8 ⓑ

Sol^n: $Y = \frac{FL}{Al}$, তার দুটির ইয়ং মডুলাস Y_1 এবং Y_2

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{l_2}{l_1} = \frac{\frac{\pi}{4}\times d_2^2}{\frac{\pi}{4}\times d_1^2} \times \frac{\frac{l_2}{L_2}}{\frac{l_1}{L_1}}$$

$$= \left(\frac{4\times10^{-3}}{1\times10^{-3}}\right)^2 \times \frac{1}{4} = 4$$

$\therefore Y_1 : Y_2 = 4 : 1$

02. একটি তারের ব্যাস আরেকটির দ্বিগুণ, এদের উপর একই বল প্রয়োগ করা হলে পীড়নের অনুপাত কত হবে? **[BUET'24-25]**

(a) 4:1 (b) 2:1

(c) 1:2 (d) 1:4 ⓓ

Sol^n: পীড়ন, $P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{1}{4}\pi d^2}$

$\therefore P \propto \frac{1}{d^2} \Rightarrow P_1 d_1^2 = P_2 d_2^2$

$\Rightarrow P_1 \times 4 = P_2\ [d_1 : d_2 = 2]$

$\Rightarrow P_1 : P_2 = 1 : 4$

03. একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের দুটি তারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক Y_1, Y_2 হলে, তার দুটি পরপর যুক্ত করলে, ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক কত? **[BUET'24-25]**

(a) $\frac{Y_1+Y_2}{2}$ (b) $\frac{2Y_1 \cdot Y_2}{Y_1+Y_2}$

(c) $\frac{Y_1Y_2}{Y_1+Y_2}$ (d) $Y_1 + Y_2$ ⓑ

Sol^n: তুল্য দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = l_1 + l_2$

$\Rightarrow \frac{F_{eq}L_{eq}}{A_{eq}Y_{eq}} = \frac{F_1L_1}{A_1Y_1} + \frac{F_2L_2}{A_2Y_2}$

$\Rightarrow \frac{F2L}{AY} = \frac{FL}{AY_1} + \frac{FL}{AY_2}$

$\Rightarrow \frac{2}{Y} = \frac{1}{Y_1} + \frac{1}{Y_2} = \frac{Y_1+Y_2}{Y_1\,Y_2}$

$\therefore Y = \frac{2Y_1Y_2}{Y_1+Y_2}$

$F_{eq} = F_1 = F_2$

$A_{eq} = A_1 = A_2$

$L_{eq} = 2L_1 = 2L_2$

04. একটি ব্যাসের দুটি তামার তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1:2। একই বলে প্রসারিত করলে তার দুটির বিকৃতির অনুপাত কত? **[RUET'24-25, 13-14, BUTEX'12-13]**

(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 2:1

(d) 1:4 (e) 1:8 ⓐ

Sol^n: দুটি তারে পীড়ন $\left(\frac{F}{A}\right)$ সমান। উপাদান একই (Y সমান)।

বিকৃতি $= \frac{\text{পীড়ন}}{Y}$ ∴ বিকৃতিও সমান (1:1)

05. নিচের কোনটি হুকের সূত্র? **[RUET'24-25]**

(a) পীড়ন × বিকৃতি = ধ্রুবক (b) পীড়ন = বিকৃতি

(c) পীড়ন ∝ বিকৃতি (d) বিকৃতি = পীড়ন × ধ্রুবক

(e) পীড়ন−বিকৃতি = ধ্রুবক ⓒ

Sol^n: পীড়ন ∝ বিকৃতি

∴ পীড়ন = বিকৃতি × ধ্রুবক

06. দুটি ভিন্ন উপাদানের একই ব্যাস বিশিষ্ট দুটি রডের উপর সমান বল লম্বভাবে প্রয়োগ করলে প্রথমটির বিকৃতি দ্বিতীয়টির বিকৃতির দ্বিগুণ হয়। উপাদান দুটির ইয়ং এর গুণাঙ্কের অনুপাত কত? **[SUST'24-25]**

(a) 1: 0.5 (b) 1 : 2 (c) 2 : 3 (d) 2 : 1 ⓑ

Sol^n: $\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{\text{পীড়ন}_1}{\text{বিকৃতি}_1}}{\frac{\text{পীড়ন}_2}{\text{বিকৃতি}_2}} = \frac{\text{বিকৃতি}_2}{\text{বিকৃতি}_1} = \frac{1}{2}$

07. Two steel wires of length 1.0 m and 2.0 m have diameters 1.0 mm and 2.0 mm, respectively. If they are stretched by forces of 40 N and 8 N respectively, what is the ratio of their elongation? (দুইটি ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 1.0 m এবং 2.0 m এবং ব্যাস 1.0 mm ও 2.0 mm। যদি তাদের উপর যথাক্রমে 40 N এবং 8 N বল প্রয়োগ করে টানা হয়, তাহলে তাদের প্রসারণের অনুপাত কত হবে?) [IUT'11-12]

(a) 3:7 (b) 10:1 (c) 5:12 (d) 2:5 ⓑ

Sol^n: $Y_1 = Y_2 \Rightarrow \frac{\frac{40}{(1\times10^{-3})^2}}{\frac{\Delta l_1}{1}} = \frac{\frac{8}{(2\times10^{-3})^2}}{\frac{\Delta l_2}{2}} \Rightarrow \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{10}{1}$

08. কোনো দণ্ডের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 800 GPa। দণ্ডের দৈর্ঘ্য 20% বৃদ্ধিতে প্রযুক্ত পীড়ন =? **[BUET'22-23]**

(a) $1.6 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (b) $1.6 \times 10^{11} Nm^{-2}$

(c) $1.6 \times 10^{12} Nm^{-2}$ (d) $1.6 \times 10^{13} Nm^{-2}$ ⓑ

Sol^n: $Y = \frac{P}{\frac{l}{L}} \therefore P = Y\frac{l}{L} = 800 \times 10^9 \times 0.2$

$= 1.6 \times 10^{11} Nm^{-2}$

09. দুইটি ভিন্ন পদার্থের তৈরি প্রত্যেকটি 2 m লম্বা এবং 2 mm ব্যাস বিশিষ্ট দুইটি তারকে সিরিজে জোড়া দিয়ে একটি যৌগিক তারে পরিণত করা হলো। তারটিতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হলে এটি সর্বমোট 0.9 mm প্রসারিত হবে? **[CKRUET'23-24, 20-21]**

$[Y_1 = 2 \times 10^{11}\ Nm^2$ এবং $Y_2 = 7 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$

(a) 879.2 N (b) 8792 N (c) 219.8 kN

(d) 2198 N (e) 219.8 N ⓔ

Sol^n: $l = l_1 + l_2 = \frac{FL}{AY_1} + \frac{FL}{AY_2} = \frac{FL}{A} \times \frac{Y_1+Y_2}{Y_1Y_2}$

$= \frac{FL}{A} \times \frac{9}{14} \times 10^{-11}$

$\Rightarrow 0.9 \times 10^{-3} = F \times \frac{2}{\frac{\pi}{4}(2\times10^{-3})^2} \times \frac{9}{14} \times 10^{-11}$

$\therefore F = 219.912\ N \approx 219.8\ N$

10. The Young's modulus of the material of the wire of diameter 5.0×10^{-4} m is 9.0×10^{10} Nm^{-2}. To increase its length by 5%, how much force needs to apply? (একটি 5.0×10^{-4} m ব্যাসের তারের পদার্থের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক হল 9.0×10^{10} Nm^{-2}। এর দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে?) **[IUT'22-23]**

(a) 853 N (b) 863 N (c) 873 N (d) 883 N ⓓ

Sol^n: $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow F = \frac{AYl}{L}$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{\pi}{4}(5\times10^{-4})^2\times9\times10^{10}\times0.05\,L}{L}$

$\therefore F = 883.57\ N \approx 883\ N$

11. 2m দীর্ঘ ঝুলন্ত একটি তারের নিচের প্রান্তে 10kg ভর ঝুলালে এর দৈর্ঘ্য 0.6mm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ হলে তারের ব্যাসার্ধ কোনটি? [KUET'18-19, 17-18; IUT'11-12]

(a) 1.28mm (b) 0.52mm(c) 0.06cm
(d) 0.84cm (e) 0.72mm ⓔ

Sol: $A = \frac{FL}{Yl} \Rightarrow \pi r^2 = \frac{mgL}{Yl} \Rightarrow r = 0.72mm$

12. A 91 kg man's thighbone has a relaxed length of 0.50m, a cross-sectional area of $7.0 \times 10^{-4} m^2$ and a young's modulus of 1.1×10^{11} Nm^{-2}. By how much does the thighbone compress when the man is standing on both feet? (একজন 91 kg ওজনের ব্যক্তির উরুর হাড়ের শিথিল দৈর্ঘ্য 0.50 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $7.0 \times 10^{-4} m^2$ এবং ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক হল 1.1×10^{11} Nm^{-2}। যখন ব্যক্তি উভয় পায়ে ভর করে দাঁড়িয়ে থাকে, তখন তার উরুর হাড় কতটুকু সংকুচিত হয়?) [IUT'18-19, 16-17]

(a) 4.26 cm (b) 4.26 μm
(c) 3.25 cm (d) 3.25 μm

Sol^n: (No Correct Answer); Total weight F is divided equally to two thighbones.

$\therefore Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow l = \frac{FL}{AY} = \frac{\left(\frac{91\times9.8}{2}\right)\times0.5}{7\times10^{-4}\times1.1\times10^{11}}$

$= 2.895 \times 10^{-6} m = 2.895$ μm

13. 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তামার তারকে টেনে দ্বিগুণ লম্বা করতে কত বলের প্রয়োজন হবে? [$Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] [RUET'14-15]

(a) 10^7N (b) 2×10^7N
(c) 3×10^7N (d) 4×10^7N (e) None ⓑ

Sol^n: $F = \frac{YAl}{L} = \frac{2\times10^{11}\times1\times10^{-4}\times L}{L} = 2 \times 10^7 N$

$[l = L' - L = 2L - L = L]$

14. A 10 kg mass is suspended by a metallic string with cross-sectional area of 1.0 mm^2. The length of the wire with the mass suspended is 4.02 m. When the mass is removed, the length is reduced by 0.02 m. What is the modulus of elasticity of the wire? (একটি 10 kg ভরের বস্তু একটি ধাতব তারে ঝুলানো হয়েছে যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1.0 mm^2। বস্তুটি ঝুলানো অবস্থায় তারের দৈর্ঘ্য 4.02 m। বস্তুটি সরিয়ে ফেললে দৈর্ঘ্য 0.02 m কমে যায়। তারটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কত?) [IUT'14-15]

(a) $1.96 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (b) $1.86 \times 10^{10} Nm^{-2}$
(c) $1.76 \times 10^{10} Nm^{-2}$ (d) $2.96 \times 10^{10} Nm^{-2}$ ⓐ

Sol^n: $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \frac{mgL}{Al} = \frac{10\times9.8\times4}{1\times10^{-6}\times0.02}$

$= 1.96 \times 10^{10}$ Nm^{-2}

15. 2m দৈর্ঘ্য এবং 1mm^2 প্রস্থচ্ছেদ এর একটি স্টীল তারের মুক্ত প্রান্তে 20N বল প্রয়োগ করলে কতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে? [$Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] [KUET'13-14, 10-11, RUET'13-14]

(a) 2×10^{-4}cm (b) 4×10^{-4}m
(c) 2×10^{-4}km (d) 2×10^{-4}m
(e) 4×10^{-3}m ⓓ

Sol^n: $Y = \frac{FL}{Al} \therefore l = \frac{FL}{AY} = \frac{20\times2}{10^{-6}\times2\times10^{11}}$

$= \frac{20}{10^5} = 2 \times 10^{-4} m$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. দুইটি ভিন্ন পদার্থের তৈরি প্রত্যেকটি 2 m লম্বা এবং 2 mm ব্যাস বিশিষ্ট দুইটি তারকে সিরিজে জোড়া দিয়ে একটি যৌগিক তারে পরিণত করা হলো। তারটিতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হলে এটি সর্বমোট 0.9 mm প্রসারিত হবে? [RUET'25-26]

[$Y_1 = 2 \times 10^{11}$ Nm^2 এবং $Y_2 = 7 \times 10^{11}$ Nm^{-2}]

Sol^n: $l = l_1 + l_2 = \frac{FL}{AY_1} + \frac{FL}{AY_2}$

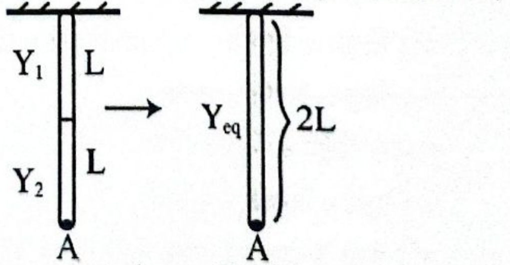
$= \frac{FL}{A} \times \frac{Y_1+Y_2}{Y_1Y_2} = \frac{FL}{A} \times \frac{9}{14} \times 10^{-11}$

$\Rightarrow 0.9 \times 10^{-3} = F \times \frac{2}{\frac{\pi}{4}(2\times10^{-3})^2} \times \frac{9}{14} \times 10^{-11}$

$\therefore F = 219.912$ N **(Ans.)**

02. একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একই দুটি তারের ইয়ং গুণাঙ্ক Y_1 এবং Y_2। তার দুটিকে সিরিজে যুক্ত করে m ভরের বস্তু ঝোলানো হলে ব্যবস্থাটির তুল্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত? [BUTEX'24-25]

Sol^n:



আমরা জানি, $\frac{F}{A} = Y\frac{\Delta L}{L}$

$\therefore \Delta L = \frac{FL}{AY}$

সিরিজ সংযোগে, তার দুটির প্রসারণ ভিন্ন, তবে এদের উপর প্রযুক্ত বল সমান।

∴ সুতরাং, তার দুটির মোট প্রসারণের সমষ্টিই তুল্য তারের মোট প্রসারণের সমান।

শ্রেণিবদ্ধে, $\Delta L_{eq} = \Delta l_1 + \Delta l_2$

$\Rightarrow \frac{F\cdot 2L}{AY_{eq}} = \frac{FL}{AY_1} + \frac{FL}{AY_2}$

$\Rightarrow \frac{2}{Y_{eq}} = \frac{1}{Y_1} + \frac{1}{Y_2}$

$\therefore Y_{eq} = \frac{2Y_1Y_2}{Y_1+Y_2}$

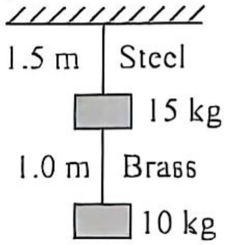
03. দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 3 mm এবং 6 mm। তার দুইটিকে সমান বলে টানলে প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির তিনগুণ হয়। তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত ব্যক্ত কর। [BUET'18-19; KUET'04-05]

Solⁿ: $l_1 = 3l_2$; $r_1 = 1.5 \times 10^{-3}$m ; $r_2 = 3 \times 10^{-3}$m

$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{FL}{A_1l_1}}{\frac{FL}{A_2l_2}} = \frac{r_2^2 l_2}{r_1^2 l_1} = \frac{4}{3}$; $Y_1 : Y_2 = 4 : 3$

∴ প্রথমটি বেশি স্থিতিস্থাপক। [∵ ইয়াং এর গুণাঙ্ক যার বেশি, তার স্থিতিস্থাপকতাও বেশি।]

04. 0.25 cm ব্যাস বিশিষ্ট একটি স্টীল ও একটি ব্রাসের তার প্রদত্ত চিত্র অনুযায়ী ভার বহন করছে। উক্ত ভরের জন্য স্টীল ও ব্রাসের তারের সম্প্রসারণ নির্ণয় কর। স্টীল এবং ব্রাস এর ইয়াং গুণাঙ্ক যথাক্রমে $E_s = 200 \times 10^9 Nm^{-2}$ এবং $E_b = 120 \times 10^9 Nm^{-2}$। [RUET'18-19]



Solⁿ: Steel এর নিচে (15 + 10) = 25kg ভর চাপানো।

$\therefore l_s = \frac{F_sL_s}{AY_s} = \frac{25\times9.8\times1.5}{\pi\left(\frac{0.25}{2}\times10^{-2}\right)^2\times200\times10^9}$

$\therefore l_s = 3.74 \times 10^{-4}$ m

Brass এর নিচে 10kg ভর চাপানো।

$l_b = \frac{F_bL_b}{AY_b} = \frac{10\times9.8\times1}{\pi\left(\frac{0.25}{2}\times10^{-2}\right)^2\times120\times10^9}$

$\therefore l_b = 1.66 \times 10^{-4}$ m

05. সমান দৈর্ঘ্যের দুটি ভিন্ন পদার্থের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ করা হল। ফলে দ্বিতীয় তারটি প্রথমটির 2.5 গুণ প্রসারিত হল। তার দুটির ইয়াং এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে $1.8 \times 10^{11} Nm^{-2}$ ও $1.6 \times 10^{11} Nm^{-2}$। এদের ব্যাসের অনুপাত নির্ণয় কর। [RUET'11-12, 06-07, 03-04]

Solⁿ: আমরা জানি, $F = \frac{YAl}{L}$

এখন, $F_1 = \frac{Y_1A_1l_1}{L_1}$; $F_2 = \frac{Y_2A_2l_2}{L_1}$; $L_1 = L_2$; $l_2 = 2.5l_1$

& $F_1 = F_2 \therefore F_1L_1 = F_2L_2 \therefore Y_1A_1l_1 = Y_2A_2l_2$

$\Rightarrow Y_1\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 l_1 = Y_2\pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2 l_2$

$\therefore \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \frac{Y_2l_2}{Y_1l_1} = \frac{1.6\times10^{11}\times2.5l_1}{1.8\times10^{11}\times l_1} = \frac{20}{9}$

$\therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{2\sqrt{5}}{3} \therefore d_1 : d_2 = 2\sqrt{5} : 3$

06. 2 টি ভিন্ন উপাদানের তৈরি তারের প্রত্যেকটির দৈর্ঘ্য 10 মি. এবং উহাদের ব্যাস যথাক্রমে 2 মি. মি. এবং 4 মি. মি.। প্রথম পদার্থের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক দ্বিতীয় পদার্থের ইয়ং-এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক-এর চেয়ে চারগুণ বেশী। দৈর্ঘ্য বরাবর উভয়ের উপরই ১০০ কিলোগ্রাম ওজনের বল প্রয়োগ করলে, প্রথম ও দ্বিতীয় তারের প্রসারের তুলনা বাহির কর। [CUET'05-06]

Solⁿ: $\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{FL}{\pi r_1^2 l_1}}{\frac{FL}{\pi r_2^2 l_2}}$

$\Rightarrow 5 = \frac{r_2^2 l_2}{r_1^2 l_1} = \frac{(2\times10^{-3})^2 l_2}{(10^{-3})^2 l_1}$

$\Rightarrow 5 = \frac{4l_2}{l_1}$

$\therefore l_1 : l_2 = 5 : 4$

$r_1 = 10^{-3}$m
$r_2 = 2 \times 10^{-3}$ m
$L_1 = L_2 = L = 10$m
$Y_1 = 5Y_2$
[চারগুণ বেশি = 5 গুণ]
$F_1 = F_2 = F$
$= 100 \times 9.8$N

07. $2.0 \ cm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাত দণ্ডকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে 10°C তাপমাত্রায় শীতল করা হলো। শীতলীকরণের সময় দণ্ডটিতে একটি সংকোচন বলের উদ্ভব হয়। ইস্পাতের প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6} K^{-1}$ এবং ইয়াং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ হলে, সংকোচন বলের মান বের করো। [BUTEX'23-24; BUET'13-14]

Solⁿ: $F = \frac{YA}{L_0}l$

$= \frac{2\times10^{11}\times2\times10^{-4}}{L_0} \times l$

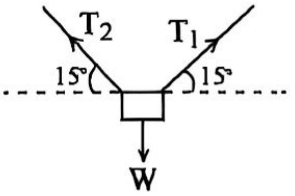
$= \frac{2\times10^{11}\times2\times10^{-4}}{L_0} \times L_0 \times 1.08 \times 10^{-3}$

$\therefore F = 43200$ N (Ans.)

$\alpha = 12 \times 10^{-6} K^{-1}$
$l = L_0\alpha\Delta\theta$
$= L_0(12 \times 10^{-6}) \times (100 - 10)$
$= L_0(12 \times 10^{-6}) \times 90$
$= L_0 \times 1.08 \times 10^{-3}$

08. সমান দৈর্ঘ্য ও $r = 0.5$cm ব্যাসার্ধের দুটি ইস্পাত তারের সাহায্যে 45 kg ভরের একটি ট্রাফিক লাইট ঝুলানো আছে। যদি তার দুটি অনুভূমিকের সাথে 15° কোণ তৈরি করে, তাহলে ট্রাফিক লাইটের ওজনের জন্য তার দুটির দৈর্ঘ্য বিকৃতির পরিমাণ কত হবে? দেওয়া আছে, ইস্পাতের ইয়াং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$। [BUET'19-20]

Solⁿ:



লামির উপপাদ্য অনুসারে,

$\frac{W}{\sin 150°} = \frac{T_1}{\sin(90°+15°)} = \frac{T_2}{\sin(90°+15°)}$

$\Rightarrow T_1 = \frac{W}{\sin 150°} \times \cos 15° = 851.9465$ N

$T_2 = 851.9465$ N

Or, $T_1 \cos 15° = T_2 \cos 15° \therefore T_1 = T_2 = T$

এখানে, $2T\sin 15° = W \therefore T = 851.9465$ N

আমরা জানি, $Y = \frac{T/A}{l/L}$

$\Rightarrow \frac{l}{L} = \frac{T/A}{Y} = \frac{851.9465}{\pi\times(5\times10^{-3})^2\times2\times10^{11}}$

$\Rightarrow \frac{l}{L} = 5.4427\times10^{-5}$ **(Ans.)**

09. 1 mm² প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে?

($Y = 2\times10^{11}$ Nm^{-2} for steel) **[CUET'09-10, 03-04]**

Sol^n: $F = \frac{YAl}{L}$

$= 2\times10^{11}\times10^{-6}\times\frac{5}{100}$

$= 10{,}000$ N

$Y = 2\times10^{11}$ Nm^{-2}

$A = 1$mm$^2 = 10^{-6}$ m^2;

$\frac{l}{L} = \frac{5}{100}$

10. 2mm² প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের সাথে 15kg ভর ঝুলানো আছে। ভর ঝুলানো অবস্থায় তারটির দৈর্ঘ্য 4m। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 1.3×10^{10}Nm^{-2}। ভরটি সরিয়ে নিলে তারটির দৈর্ঘ্য কী পরিমাণ সংকুচিত হবে? **[RUET'08-09; IUT'10-11]**

Sol^n: এখানে, $A = 2$mm$^2 = 2\times10^{-6}$m^2; $m = 15$kg; $L + l = 4$; $l = (4 - L)$

আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow Y = \frac{FL}{A(4-L)}$

আদি দৈর্ঘ্য = L

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l

বা, $1.3\times10^{10} = \frac{15\times9.8\times L}{2\times10^{-6}(4-L)}$

বা, $(4 - L)2.6\times10^4 = 147L$

বা, $10.4\times10^4 = (147 + 2.6\times10^4)L$

বা, $L = 3.977512$ m

$\therefore$ সংকুচিত হবে, $l = 0.022488$m $= 22.488$mm **(Ans.)**

11. কোন তারের দৈর্ঘ্য 3m এবং ভর 20gm। 50N টানে এর দৈর্ঘ্য 1mm বাড়ে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। তারের ঘনত্ব 7.5×10^3kgm^{-3}। **[RUET'07-08, 05-06]**

Sol^n: এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, L = 3m

ভর, m = 20gm = 0.02kg

প্রযুক্ত বল, F = 50N; দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি, $l = 1$mm $= 10^{-3}$m

তারের আয়তন, $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.02\text{kg}}{7.5\times10^3\text{kg m}^{-3}}$

$= 2.67\times10^{-6}$m^3

$\therefore$ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

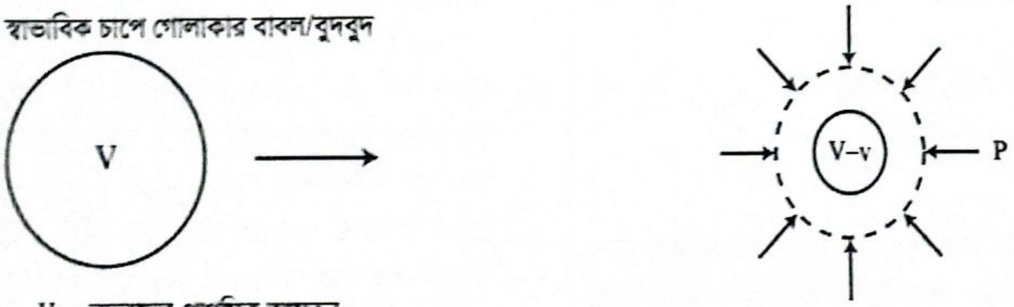
$A = \frac{V}{L} = \frac{2.67\times10^{-6}\text{m}^3}{3\text{m}} = 8.89\times10^{-7}$m^2

সুতরাং ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al} = \frac{50\times3}{8.89\times10^{-7}\times10^{-3}}$

$= 1.687\times10^{11}$Nm^{-2} **(Ans.)**

T-02: আয়তন গুণাঙ্ক পরিবর্তন ও বিকৃতি

কনসেপ্ট রিভিউ



স্বাভাবিক চাপে গোলাকার বাবল/বুদবুদ

P পরিমাণ চাপ বুদবুদের উপরে অতিরিক্ত প্রযুক্ত হলে, এর আয়তন হ্রাস পায়

V = বুদবুদের প্রাথমিক আয়তন

V − v = বাবল/বুদবুদের নতুন আয়তন

আয়তন বিকৃতি = $\frac{v}{V}$

আয়তন পীড়ন = P

$\therefore P \propto \frac{v}{V}$

$\Rightarrow P = B\frac{v}{V}$

$\therefore B = \frac{PV}{v}$

যেখানে, B = আয়তন গুণাঙ্ক; সংনম্যতা, $K = \frac{1}{B}$; বুদবুদের আয়তন (V) হ্রাস পেলেও এর ভর (m) অপরিবর্তিত থাকে ও ঘনত্ব (ρ) বৃদ্ধি পায়

Shortcut: অতিরিক্ত P পরিমাণ চাপে নতুন ঘনত্ব, $\rho_{new} = \frac{\rho_{old}}{1-\frac{P}{B}} = \frac{\rho_{old}}{1-PK}$

$$\left[\frac{\rho_{new}}{\rho_{old}} = \frac{V_{old}}{V_{new}} = \frac{V}{V-v} = \frac{V}{V-\frac{PV}{B}} = \frac{1}{1-\frac{P}{B}}\right]$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলূভ

01. সীসার স্বাভাবিক ঘনত্ব $11.4\ gcm^{-3}$ এবং আয়তন গুণাঙ্ক $0.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ হলে, $3 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$ চাপে সীসার ঘনত্ব কত হবে? [MIST'24-25]

Sol

$$\text{Sol}^n\text{: } \rho = \frac{\rho_0}{1-\frac{P}{B}} = \frac{11.4}{1-\frac{3\times10^8}{0.8\times10^{10}}}\ gcm^{-3} = 11.844\ gcm^{-3}$$

02. যদি সমুদ্রের পানির স্বাভাবিক ঘনত্ব $1.0\ gcm^{-3}$ হয়, তবে 3 km গভীরে এর ঘনত্ব কত হবে? দেওয়া আছে, পানির সংনম্যতা $= 5 \times 10^{-5}$ per atmosphere এবং 1 atmosphere pressure $= 10^{6} dyne\ cm^{-2}$। [BUET'22-23]

Solⁿ: আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{1}{K} = 2 \times 10^{9}$ Pa

3 km গভীরতায় অতিরিক্ত চাপ,

$P_{add} = h\rho g = 3 \times 10^{3} \times 10^{3} \times 9.8 = 2.94 \times 10^{7}$ Pa

$\rho_{new} = \frac{\rho_{old}}{1-\frac{P_{add}}{B}}$

$= \frac{1000}{1-\frac{2.94\times10^7}{2\times10^9}}$

$= 1014.91\ kgm^{-3}$

(Ans.)

এখানে, $\rho_{old} = 1\ g\ cm^{-3}$

$= 1000\ kgm^{-3}$

$h = 3\ km = 3 \times 10^{3}\ m$

সংনম্যতা,

$K = 5 \times 10^{-5}\ atm^{-1}$

$= 5 \times 10^{-11}\ cm^{2} dyne^{-1}$

$= 5 \times 10^{-10}\ m^{2}N^{-1}$

03. $2 \times 10^{8} Nm^{-2}$ চাপে সীসার ঘনত্ব কত হবে? [সীসার স্বাভাবিক ঘনত্ব $\rho = 11.4 gcm^{-3}$ এবং সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $0.80 \times 10^{10} Nm^{-2}$] [BUET'16-17, 08-09, KUET'03-04]

Solⁿ: $\rho = \frac{\rho_0\ (\text{আদি ঘনত্ব})}{1-\frac{P}{B}} = \frac{11.4}{1-\frac{2\times10^8}{0.80\times10^{10}}}$

$= 11.692\ gcm^{-3} = 11692.3\ kgm^{-3}$

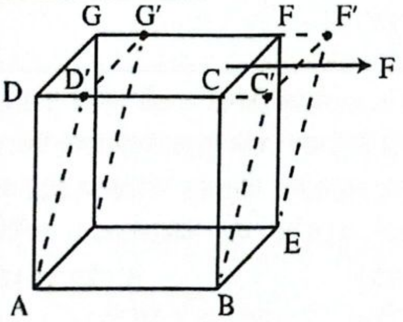
04. একটি পদার্থের উপর প্রযুক্ত আয়তন পীড়ন $3 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$ এবং আয়তন বিকৃতি 1.5×10^{-3} হলে ঐ পদার্থের উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। [BUTEX'06-07]

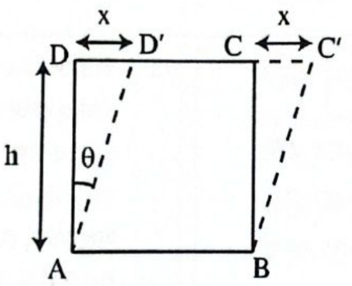
Solⁿ: আয়তন গুণাঙ্ক $= \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{3\times10^8 Nm^{-2}}{1.5\times10^{-3}}$

$= 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

T-03: দৃঢ়তার গুণাঙ্ক/কাঠিন্যের গুণাঙ্ক/ব্যবর্তন গুণাঙ্ক/মোচড় গুণাঙ্ক

কনসেপ্ট রিভিউ





DCFG তলের সমান্তরালে স্পর্শকীয় বল F প্রয়োগ করা হলে,

- কৃন্তন বিকৃতি, $\tan\theta = \frac{x}{h} = \frac{\text{DCFG তলের পার্শ্ব সরণ}}{\text{সমান্তরাল দুই তলের মধ্যে দূরত্ব}}$
- পীড়ন $= \frac{F}{A} \therefore \frac{F}{A} = \eta \tan\theta = \eta\theta$

$\Rightarrow \eta = \frac{F}{A\tan\theta} \approx \frac{F}{A\theta}$ [θ খুব ক্ষুদ্র (4° এর কম) হলে $\tan\theta \approx \theta$ (রেডিয়ান এককে)]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলূভ

01. 0.1 m বাহুবিশিষ্ট অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি একটি ঘনকের কোনো তলে 89.67×10^{5}N আকার পীড়ন সৃষ্টিকারী স্পর্শী বল প্রয়োগ করলে বিপরীত স্থির তলের সাপেক্ষে তলটির 3.05×10^{-3} m সরণ ঘটে। আকার পীড়ন, আকার বিকৃতি এবং দৃঢ়তার স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। [MIST'23-24]

Solⁿ: আকার পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{89.67\times10^5}{0.1\times0.1}$

$= 89.67 \times 10^{7} Nm^{-2}$ **(Ans.)**

আকার বিকৃতি $= \frac{3.05\times10^{-3}}{0.1} = 3.05 \times 10^{-2}$ (Ans.)

এবং দৃঢ়তার স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,

$\eta = \frac{\text{আকার পীড়ন}}{\text{আকার বিকৃতি}} = \frac{89.67\times10^7}{3.05\times10^{-2}} = 2.94 \times 10^{10} Nm^{-2}$ **(Ans.)**

02. একটি দেয়াল হতে 4.8cm ব্যাসের একটি অ্যালুমিনিয়ামের দণ্ড অনুভূমিকভাবে 5.3cm প্রক্ষেপিত আছে। দণ্ডটির শেষ প্রান্তে 1200kg ভরের একট বস্তু ঝোলানো হল। অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবর্তন গুণাঙ্ক $3 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$। দণ্ডটির ভরকে উপেক্ষা করে
(a) দণ্ডটির উপর ব্যবর্তন পীড়ন এবং
(b) দণ্ডটির প্রান্তের উল্লম্ব বিচ্যুতি নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

Sol^n: ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $n = \frac{F}{A\theta}$

$\Rightarrow \theta = \frac{F}{An}$

$\Rightarrow \theta = \frac{1200\times9.8}{3\times10^{10}\times\pi\left(\frac{4.8\times10^{-2}}{2}\right)^2} = 2.166 \times 10^{-4}$ radian

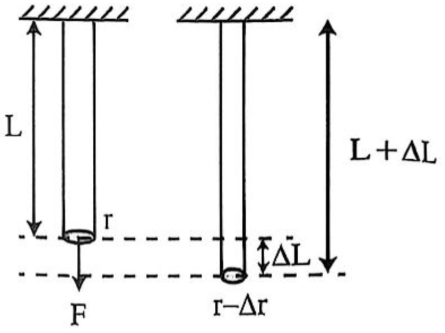
(a) ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{1200\times9.8}{\pi\left(\frac{4.8\times10^{-2}}{2}\right)^2}$

$= 6.5 \times 10^6\text{Nm}^{-2}$ **(Ans.)**

(b) উল্লম্ব বিচ্যুতি $= 5.3 \times \tan\theta = 1.148 \times 10^{-3}\text{cm}$ **(Ans.)**

T-04: পয়সনের অনুপাত

কনসেপ্ট রিভিউ



বল প্রয়োগের ফলে, তারের দৈর্ঘ্য L থেকে ΔL পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসার্ধ r থেকে Δr পরিমাণ হ্রাস পায়।

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{\Delta L}{L}$

পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta D}{D}$

[ΔD = ব্যাসের পরিবর্তন; D =তারের প্রস্থচ্ছেদের প্রাথমিক ব্যাস]

$\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{-\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{-\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{-\frac{\Delta D}{D}}{\frac{\Delta L}{L}}$

পয়সনের অনুপাতের সীমা: $-1 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$

Note: পরিবর্তন বৃদ্ধি হলে, $\Delta L = (+)\text{ve}$ বা $\Delta r = (+)\text{ve}$। পরিবর্তন হ্রাস হলে, $\Delta L = (-)\text{ve}$ বা $\Delta r = (-)\text{ve}$ হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোনো এক পার্কের একটি দোলনায় ঝুলতে লোহার তার ব্যবহার করা হয়েছে। কয়েকজন ছেলে-মেয়ে দোলনায় যখন দোল খাচ্ছিল তখন এক বাচ্চার অভিভাবক লক্ষ্য করেন যে, ঝুলন তার 1 m থেকে বৃদ্ধি পেয়ে 1.01 m হয়েছে এবং তারটির ব্যাস হ্রাস পেয়েছে। পয়সনের অনুপাত 0.2 হলে দোলনার তারের ব্যাস কতখানি হ্রাস পায়? **[CKRUET'22-23; BUET'13-14, 12-13]**
(a) 0.15% (b) 0.18% (c) 2.5%
(d) 0.25% (e) 0.2% ⓔ

Sol^n: $\Delta L = 0.01$ m, $L = 1$ m, $\sigma = 0.2$

$\therefore -\frac{\Delta D}{D} = \sigma \cdot \frac{\Delta L}{L} = 0.2 \times 0.01 = 0.002 = 0.2\%$

02. পয়সনের অনুপাতের মান নিচের কোনটির সমান হতে পারে না? **[BUTEX'14-15]**
(a) 0.01 (b) 0.1 (c) 0.4 (d) 0.6 ⓓ

Sol^n: σ এর সীমা −1 থেকে $\frac{1}{2}$

03. 3m দৈর্ঘ্য এবং 1mm ব্যাস বিশিষ্ট একটি ধাতব তারকে 10kg ওজন দ্বারা টানা হল। যদি ইহার উপাদানের ইয়ং - এর গুণাঙ্ক এবং পয়সনের অনুপাত যথাক্রমে $12.5 \times 10^{11}\text{dyne/cm}^2$ ও 0.26 হয় তাহলে এর পার্শ্বীয় সংকোচন বের কর। **[CUET'11-12]**
(a) 2.6×10^{-5}cm (b) 2.6×10^{-8}cm
(c) 2.6×10^{-7}cm (d) None of these ⓐ

Sol^n: $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$ [1 dyne/cm$^2 = \frac{1}{10}\text{Nm}^{-2}$

$\therefore 12.5 \times 10^{11}\text{dyne/cm}^2 = 12.5 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$]

বা, $l = \frac{mgL}{\pi r^2 Y} = \frac{10\times9.8\times3}{3.1416\times(0.5\times10^{-3})^2\times12.5\times10^{10}}$

বা, $l = 2.99 \times 10^{-3}\text{m}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{2.99\times10^{-3}}{3} = 9.98 \times 10^{-4}$

পয়সনের অনুপাত $= \frac{-\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

$\therefore$ পার্শ্বীয় বিকৃতি = − পয়সনের অনুপাত × দৈর্ঘ্য বিকৃতি

$= -0.26 \times 9.98 \times 10^{-4} = -2.6 \times 10^{-4}$

$\therefore$ এখন, পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{\Delta D}{D}$

$\therefore$ পার্শ্বীয় সংকোচন, $-\Delta D = -(-2.6 \times 10^{-4}) \times 10^{-1}\text{cm}$

$= 2.6 \times 10^{-5}\text{cm}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. 2 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে কত kN বল প্রয়োগ করতে হবে? এর ফলে তারের ব্যাসের কতটা পরিবর্তন হবে? [ইস্পাতের Young's Modulus 2×10^{11} Nm^{-2} এবং Poisson's ratio is 0.25]

[BUET'17-18]

Sol

Sol^n: আমরা জানি, $F = \frac{YAl}{L}$

$= 2 \times 10^{11} \times \pi$

$\times (1 \times 10^{-3})^2 \times 0.15$

$= 94248\ N = 94.248\ kN$

দেওয়া আছে,

$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

$\sigma = 0.25$

$\frac{l}{L} = 15\% = 0.15$

আবার, $\sigma = -\frac{\frac{\Delta D}{D}}{\frac{l}{L}}$

$\Rightarrow \Delta D = -\sigma \times D \times \frac{l}{L}$

$= -0.25 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.15$

$\Rightarrow \Delta D = -7.5 \times 10^{-5}\ m$

$\therefore$ তারের ব্যাস 7.5×10^{-5} m কমে যাবে। **(Ans.)**

এখানে,

$D = 2 \times 10^{-3}\ m$

$= 2\ mm$

$r = \frac{D}{2} = 1 \times 10^{-3}\ m$

T-05: অসহ পীড়ন

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ অসহ পীড়ন $= \frac{\text{তার সর্বোচ্চ যে পরিমাণ বল সহ্য করতে পারে}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. 1.5×10^6gm ভরের একটি লিফট একটি ইস্পাতের তারের সাহায্যে ঝুলানো আছে। উহার উঠার সময় লিফটের সর্বোচ্চ ত্বরণ $1.2ms^{-2}$ এবং অসহপীড়ন $3.0 \times 10^8 Nm^{-2}$ হলে তারের সর্বনিম্ন ব্যাসার্ধ কত?

[CUET'13-14, 10-11]

(a) 4.33×10^{-3}m (b) 4.19×10^{-3}m

(c) 3.7×10^{-3}m (d) None of these ⓑ

Sol^n: $F = m(g + a) = 1.5 \times 10^3 \times 11N; A = \pi r^2$

অসহ পীড়ন $= \frac{F}{A}$

$\therefore A = \frac{1.5 \times 10^3 \times 11}{3 \times 10^8} = 5.5 \times 10^{-5} m^2;$

$r = 4.19 \times 10^{-3}$m

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি তারের দৈর্ঘ্য 3.5 m এবং এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $10^{-6}m^2$। তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক 2×10^{11} Nm^{-2}। তারটির প্রান্তে একটি 3 kg ভরের বস্তু বেঁধে ঘোরানো হচ্ছে। বস্তুটিকে সর্বোচ্চ কত rpm এ ঘুরানো যাবে যাতে তারটি ছিঁড়ে না যায়? তারটির অসহ পীড়ন 5×10^7 Nm^{-2}।

[BUET'25-26]

Sol^n: অসহ বল = অসহ পীড়ন × ক্ষেত্রফল

$\Rightarrow m\omega^2 L = 5 \times 10^7 \times 10^{-6}$

$\Rightarrow 3\omega^2 \times 3.5 = 5 \times 10^7 \times 10^{-6}$

$\Rightarrow \omega = 2.18\ rads^{-1} = \frac{2.18}{2\pi} \times 60\ rpm$

$= 20.82$ rpm **(Ans.)**

T-06: কৃতকাজ

কনসেপ্ট রিভিউ

F বল প্রয়োগে L দৈর্ঘ্যের ও A প্রস্থচ্ছেদের তারের দৈর্ঘ্য l পরিমাণ বৃদ্ধিতে কৃতকাজ,

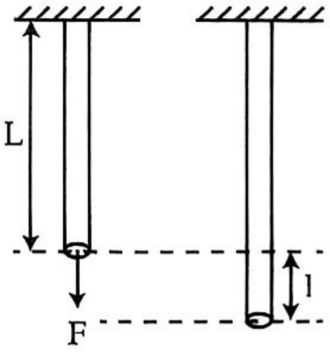
$W = \frac{1}{2}\frac{YA}{L}l^2 = \frac{1}{2}Fl$

তারটি প্রসারণে যে কাজ করতে হয়, সেটি তারের মধ্যে স্থিতিশক্তি হিসেবে সঞ্চিত হয়।

$\therefore$ সঞ্চিত স্থিতিশক্তি, $U = W = \frac{1}{2}\frac{YA}{L}l^2 = \frac{1}{2}Fl$

$\therefore$ একক আয়তনে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি,

$\bar{U} = \frac{1}{2}\frac{YA}{L}l^2 \times \frac{1}{AL} = \frac{1}{2} \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন × বিকৃতি



◆ V_0 আয়তনের বস্তুর আয়তন ΔV পরিবর্তন করতে কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}\frac{B(\Delta V)^2}{V_0} = \frac{1}{2}P\Delta V$

এবং একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন × বিকৃতি $= \frac{1}{2}P\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{1}{2}B\left(\frac{\Delta V}{V_0}\right)^2$

- F বল প্রয়োগে L দৈর্ঘ্যের বস্তুর l সরণে কৃন্তন বিকৃতির জন্য কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2}\eta L l^2$
  এবং একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \frac{1}{2}\frac{F}{A}\frac{l}{L}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুভ

01. 100 cm লম্বা এবং 1 mm ব্যাসের একটি তারকে ঝুলিয়ে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করায় এটি 100.2 cm লম্বা তারে পরিণত হয়। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$ হলে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়েছিল?

[BUET'24-25; KUET'15-16, 14-15, 11-12, 07-08]

(a) 0.1516 J (b) 0.3141 J
(c) 0.643 J (d) 0.325 J ⓑ

Sol^n: $W = \frac{YAl^2}{2L}$

$= \frac{2\times10^{11}\times\pi\times(0.5\times10^{-3})^2\times(0.2\times10^{-2})^2}{2\times1} \text{J} = 0.3141\ \text{J}$

02. 10 m দীর্ঘ ও 2 mm ব্যাসের একটি তারের এক প্রান্তে 100 kg ভর চাপানো হলে তা 0.5 mm প্রসারিত হয়। তারের মধ্যে সঞ্চিত বিভবশক্তি কত? $(g = 9.8\ \text{ms}^{-2})$

[KUET'24-25, IUT'17-18]

(a) 2.45×10^6 ergs (b) 2.45×10^5 ergs
(c) 2.45×10^4 ergs
(d) 1.41×10^5 ergs (e) 1.41×10^4 ergs ⓐ

Sol^n: $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2}mgl$

$= \left(\frac{1}{2} \times 100 \times 9.8 \times 0.5 \times 10^{-3}\right) \text{J}$

$= 0.245\ \text{J} = 2.45 \times 10^6$ erg

03. 2.5 m দীর্ঘ একটি ইস্পাতের সুষম তারের ভর 16 gm এবং ঘনত্ব $7800\ \text{kgm}^{-3}$। 80 N বলে টানা দিলে তারটি দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয় 1.2 mm। ঐ তারের মধ্যে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি কত? **[CKRUET'22-23]**

(a) 4.8×10^{-2} J (b) 4.8 J
(c) 4.8×10^3 J (d) 48 J (e) 480 J ⓐ

Sol^n: স্থিতিশক্তি, $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 80 \times 1.2 \times 10^{-3}$

$= 0.048\ \text{J} = 4.8 \times 10^{-2}\text{J}$

04. 5m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাস বিশিষ্ট তারে 100 kg ভর চাপালে দৈর্ঘ্য 0.3mm প্রসারিত হয়। তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

[KUET'16-17, 14-15, 11-12, 07-08; BUET'14-15]

(a) 0.0147 J (b) 0.03 J (c) 0.147 J
(d) 5 J (e) 100 J ⓒ

Sol^n: $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2}mgl$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 9.8 \times 0.3 \times 10^{-3} = 0.147\ \text{J}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01. একটি ঘনকের 50 cm বাহুকে 49 cm এ পরিণত করতে প্রদত্ত কাজ, প্রযুক্ত পীড়ন এবং একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি কত? $[B = 8.5\ \text{Nm}^{-2}]$ **[BUET'24-25]**

Sol^n: $a_{\text{initial}} = 0.5\ \text{m}, V_{\text{initial}} = (0.5)^3\ \text{m}^3$

$a_{\text{final}} = 0.49\ \text{m}, V_{\text{final}} = (0.49)^3\ \text{m}^3$,

$\Delta V = (0.5)^3 - (0.49)^3 = 7.351 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

$\therefore$ প্রদত্ত কাজ $= \frac{1}{2} \times B \frac{\Delta V^2}{V_{\text{initial}}}$

$= 1.837 \times 10^{-3}\text{J}$

পীড়ন $= \frac{F}{A} = B\frac{\Delta V}{V_{\text{initial}}}$

$= 0.499868\ \text{Pa}$

$\therefore$ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2} \times B \times \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2$

$= 0.014698\ \text{Jm}^{-3}$ **(Ans.)**

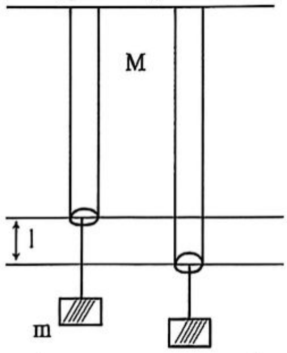
02. একটি স্থিতিস্থাপক তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ \text{Nm}^{-2}$। তারটির উপর 10 N বল প্রযুক্ত হলে, এটির দৈর্ঘ্য 2 cm প্রসারিত হয়। প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর। **[BUET'24-25]**

Sol^n: $W = \frac{1}{2}\frac{YA}{L}l^2 = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 10 \times (0.02)$ J

$= 0.1$ J **(Ans.)**

03. 1 mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট তামার তারে 20kg ভর ঝুলালে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় ও পরে ছিঁড়ে যায়। উষ্ণতা বৃদ্ধি কত? $[\rho = 9000\ \text{kgm}^{-3}, Y = 1.2 \times 10^{12}\ \text{dyne cm}^{-2}$, $s = 0.42\ \text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}]$ **[BUET'23-24]**

Sol^n:



সঞ্চিত শক্তি = তাপশক্তি

$\Rightarrow \frac{YA(l)^2}{2L} = Ms\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{YA(l)^2}{2L} = \rho ALs\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{Y}{2}\left(\frac{l}{L}\right)^2 = \rho s\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{Y}{2} \times \left(\frac{mg}{YA}\right)^2 = \rho s\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{(mg)^2}{2YA^2\rho s} = \Delta\theta$

$F = mg$

$\Rightarrow \frac{YAl}{L} = mg$

$\Rightarrow \frac{l}{L} = \frac{mg}{YA}$

$Y = 1.2 \times 10^{12}\text{dyne Cm}^{-2}$

$= 1.2 \times 10^{12} \times 0.1\ \text{Nm}^{-2}$

$= 12 \times 10^{10}\ \text{Nm}^{-2}$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{(20\times9.8)^2}{2\times12\times10^{10}\times(\pi(1\text{mm})^2)^2\times9000\times0.42\times1000}$

$= 4.29 \times 10^{-3}\ °\text{C}$ **(Ans.)**

04. 1m লম্বা এবং 1 mm ব্যাসের একটি তারকে একটি হুকে বেঁধে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করায় এটি 0.025cm পরিমাণ লম্বা হলো। তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ হলে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়েছিল? [BUTEX'18-19]

Solⁿ: আমরা জানি, $W = \frac{YAl^2}{2L}$

$\Rightarrow W = \frac{2\times10^{11}\times\frac{1}{4}\times\pi\times(1\times10^{-3})^2\times(0.025\times10^{-2})^2}{2\times1}$

$\Rightarrow W = 4.91 \times 10^{-3}J$

05. পারদের আয়তন গুণাঙ্ক $2.2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$। $1\ m^3$ পারদের আয়তন $2 \times 10^{-6}\ m^3$ হ্রাস করতে (i) কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? (ii) পারদে কী পরিমাণ স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হবে? [RUET'06-07]

Solⁿ: $W = \frac{1}{2}B\frac{v^2}{V}$ [v = আয়তন পরিবর্তন,

V = আয়তন]

$= \frac{1}{2} \times 2.2 \times 10^{10} \times \frac{(2\times10^{-6})^2}{1} = 0.044J$

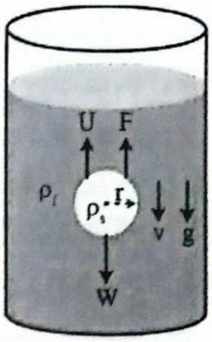
T-07: সান্দ্রতা এবং স্টোকসের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- স্টোকসের সূত্রঃ η সান্দ্রতা সহগের কোনো প্রবাহীর মধ্যে r ব্যাসার্ধের কোনো গোলক v বেগে গতিশীল হলে তার উপর প্রবাহীর সান্দ্র বল (viscous force), $F = 6\pi r\eta v$
- স্টোকসের সূত্র অনুসারে প্রান্তবেগ:

r ব্যাসার্ধ, ρ_s ঘনত্বের গোলক, ρ_f ঘনত্বের তরলের ভিতর দিয়ে v প্রান্তবেগে পড়ছে। এক্ষেত্রে লব্ধি বলের মান শূন্য হলে গোলকটির উপর কোনো ত্বরণ থাকবে না, ফলে গোলকটি ধ্রুব বেগে গতিশীল থাকবে।

তাহলে, $W = U + F$, W = ওজন, U = প্লবতা বল, F = সান্দ্র বল



$$\therefore \frac{4}{3}\pi r^3\rho_s \cdot g = \frac{4}{3}\pi r^3\rho_f \cdot g + 6\pi r\eta v$$

$$\text{বা, } v = \frac{2}{9}\cdot\frac{r^2(\rho_s-\rho_f)g}{\eta}$$

যদি অন্য সব কিছু (ρ_s, ρ_f, η) স্থির থাকে তবে $v \propto r^2$

- v নিচের দিকে হলে Positive এবং v উপরের দিকে হলে Negative
- সান্দ্র বলঃ $F = \eta A\frac{dv}{dy}$

যেখানে η = সান্দ্রতাঙ্ক, $\frac{dv}{dy}$ = বেগের নতি, F = সান্দ্রবল, A = প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল

ρ_s = যে গোলক প্রবাহের মধ্য দিয়ে উপরে উঠছে/ নিচে নামছে তার ঘনত্ব

ρ_f = প্রবাহীর ঘনত্ব

v = (+ve) হলে, গোলক নিচে নামে
(− ve) হলে, গোলক উপরে উঠে

- তরলের সান্দ্রতা সহগ, η এর সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক:

$\log\eta = A + \frac{B}{T}$

T = তরলের কেলভিন তাপমাত্রা
A ও B নির্দিষ্ট তরলের জন্য ধ্রুবক

- গ্যাসের সান্দ্রতা সহগ, η এর সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক:

$\eta \propto \sqrt{T}$

T = গ্যাসের কেলভিন তাপমাত্রা

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. বৃষ্টির পানির একটি ফোঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে পতিত হচ্ছে। ফোঁটাটির অন্তঃবেগ $1.5\ cms^{-1}$, বায়ুর সান্দ্রতা সহগ 1.8×10^{-4} এবং বায়ুর ঘনত্ব $1.21 \times 10^{-3}\ gm/cc$ হলে পানির ফোঁটার ব্যাসার্ধ কত? **[CKRUET'20-21, IUT'20-21]**

(a) 1.11×10^{-4} cm (b) 1.11×10^{-3} cm
(c) 11.11×10^{-6} cm (d) 1.24×10^{-6} cm
(e) 1.11×10^{-5} cm ⓑ

Sol^n: (b); ফোঁটার অন্তঃবেগ, $v = \frac{2r^2(\rho_w - \rho_a)g}{9\eta}$

[সবই C. G. S এককে]

$$\Rightarrow r^2 = \frac{9\eta v}{2g(\rho_w - \rho_a)}$$

$$= \frac{9 \times 1.8 \times 10^{-4} \times 1.5}{2 \times 980 \times (1 - 1.21 \times 10^{-3})}$$

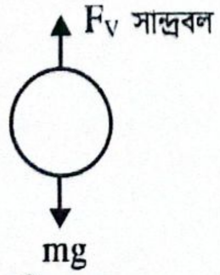
$$= 1.24 \times 10^{-6} cm^2$$

$$\Rightarrow r = \sqrt{1.24 \times 10^{-6}} = 1.11 \times 10^{-3} cm$$

02. In an experiment, a small steel ball falls through a liquid at a constant speed of $10\ cms^{-1}$. If the steel ball is pulled upward with a force equal to twice its effective weight, how fast will it move upward? (একটি পরীক্ষায়, একটি ছোট ইস্পাতের বল একটি তরলের মধ্য দিয়ে $10\ cms^{-1}$ ধ্রুব বেগে পড়ছে। যদি ইস্পাতের বলটিকে তার কার্যকর ওজনের দ্বিগুণ বল দ্বারা উপরের দিকে টানা হয়, তবে এটি কত বেগে উপরের দিকে উঠবে?) **[IUT'19-20]**

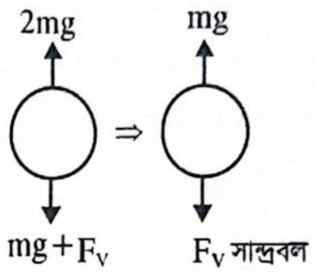
(a) $5\ cms^{-1}$ (b) zero
(c) $10\ cms^{-1}$ (d) $20\ cms^{-1}$ ⓒ

Sol^n: 1st case:



লব্ধি পতন বেগ = $10\ cms^{-1}$

2nd case:



লোহার বলের উপর কার্যকর বলদ্বয় সমান ও বিপরীত। তাই উর্ধ্বমুখী বেগ হবে $10\ cms^{-1}$।

03. $800\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব ও 10^{-4} m ব্যাসার্ধের একটি তেল ফোঁটা $1.5\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব ও $1.85 \times 10^{-5}\ NSm^{-2}$ সান্দ্রতা গুণাঙ্কের বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়লে উহার প্রান্তিক বেগ কত? **[KUET'18-19]**

(a) $1.14 \times 10^{-4}\ ms^{-1}$ (b) $0.94\ ms^{-1}$
(c) $9.4\ ms^{-1}$ (d) $94\ ms^{-1}$
(e) $800\ ms^{-1}$ ⓑ

Sol^n: $v = \frac{2r^2}{9\eta}(\rho_s - \rho_f)g = 0.94\ ms^{-1}$

04. একটি বৃষ্টির ফোঁটা পরার সময় সমবেগ সম্পন্ন হয় কারণ- **[BUTEX'14-15]**

(a) পৃষ্ঠটান (b) বায়ুর উর্ধ্বমুখী ধাক্কা
(c) বায়ুর সান্দ্রবল (d) বায়ু প্রবাহ ⓒ

Sol^n: বায়ুর বাধা তথা সান্দ্রবলের কারণেই বৃষ্টির ফোঁটা সমবেগ প্রাপ্ত হয়; উর্ধ্বমুখী ধাক্কা তথা প্লবতা প্রধান কারণ নয়।

05. 50 km উঁচু থেকে পড়ন্ত দুটি শিলাপিণ্ডের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 : 2 শিলাপিণ্ড দুইটির অন্তবেগের অনুপাত হবে- **[BUET'13-14, 11-12]**

(a) 1 : 9 (b) 9 : 1 (c) 4 : 1 (d) 1 : 4 ⓓ

Sol^n: $v \propto r^2 \therefore v_1 : v_2 = 1^2 : 2^2 = 1 : 4$

06. A slab of ice floats on a freshwater lake. What minimum volume must the slab have for a 55.0 kg woman to be able to stand on it without getting her feet wet? Density of ice is 0.92 times of that of water. (একটি বরফ খণ্ড স্বাদু পানির হ্রদে ভাসছে। বরফ খণ্ডটির সর্বনিম্ন আয়তন কত হতে হবে যাতে 55.0 kg ভরের একজন মহিলা এর উপর দাঁড়ালে তার পা পানিতে না ভেজে? বরফের ঘনত্ব পানির ঘনত্বের 0.92 গুণ।) **[IUT'19-20]**

(a) $0.6558\ m^3$ (b) $0.6756\ m^3$
(c) $0.6875\ m^3$ (d) $0.6335\ m^3$ ⓒ

Sol^n: $W_{ice} + W_{woman} = W_{buoyancy}$

$$\Rightarrow V\rho_i g + mg = V\rho_w g \Rightarrow V\rho_i + m = V\rho_w$$

$$\Rightarrow V = \frac{m}{\rho_w - \rho_i} = \left(\frac{55}{1000 - 920}\right) m^3 = 0.6875\ m^3$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. পানির গভীরতা মাপার জন্য, একটি জলাশয়ের পানির পৃষ্ঠ থেকে 0.005 m ব্যাসার্ধের এবং $2.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্বের একটি বল ছেড়ে দেয়া হল। 10 s পর বলটি জলাশয়ের তলায় পড়ল। যদি 9 s এ বলটি প্রান্তিক বেগ অর্জন করে থাকে, তাহলে জলাশয়ের গভীরতা নির্ণয় কর। [পানির সান্দ্রতা $\eta = 1.6 \times 10^{-3}\ Nsm^{-2}$ এবং ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$]

[BUET'17-18]

Solⁿ: দেওয়া আছে, $r = 0.005$ m,

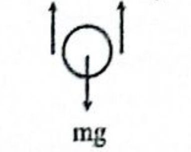
$\rho_s = 2.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$, $t = 10$ s

$\rho_f = 1000\ kgm^{-3}$,

$\eta = 1.6 \times 10^{-3}\ Nsm^{-2}$,

$V = \frac{4}{3}\pi r^3$

বলের উপর প্রযুক্ত নীট বল $F = V(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv$



$F = m\frac{dv}{dt} \Rightarrow V(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv = m\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3(\rho_s - \rho_f)g - 6\pi\eta rv = \frac{4}{3}\pi r^3\rho_s\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow v = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta} - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}$

$\Rightarrow v = v_T - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}$ ……… (i)

[যেখানে, $v_T = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta}$] | $v_T = 51.04\ ms^{-1}$

প্রথম 9s এ, $ds = vdt$

$\Rightarrow \int_0^s ds = \int_0^9 vdt$

$\Rightarrow [s]_0^s = \int_0^9\left(v_T - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\frac{dv}{dt}\right)dt$

$\Rightarrow (s - 0) = \int_0^9 v_T dt - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\int_0^{v_T} dv$

[$t = 0$ সময়ে $v = 0$; $t = 9$ সময়ে $v = v_T$]

$\Rightarrow s = v_T[t]_0^9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\cdot[v]_0^{v_T}$

$\Rightarrow s = v_T \times 9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\cdot v_T$

$= v_T\cdot\left(9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\right) = \frac{2\times r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9\eta}\left(9 - \frac{2r^2\rho_s}{9\eta}\right)$

$= \frac{2\times(0.005)^2\times(2500-1000)\times9.8}{9\times1.6\times10^{-3}}\left\{9 - \frac{2\times(0.005)^2\times2500}{9\times1.6\times10^{-3}}\right\}$

$\therefore s = 51.04 \times (9 - 8.68) = 16.33$ m;

শেষ সেকেন্ডে সমবেগে যায়, $s_2 = v_T \times 1 = 51.04$ m

∴ হ্রদের গভীরতা,

$= s_1 + s_2 = 16.33 + 51.04 = 67.37$ m

02. 1.34×10^{-4} kg এবং 4.4×10^{-3} m ব্যাস বিশিষ্ট একটি কাঁচের বল $0.943 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্ব বিশিষ্ট তেলের মধ্য দিয়ে সুষম বেগে 6.4 s সময়ে 0.381 m নীচে পড়ে। তেলের সান্দ্রতা সহগের মান নির্ণয় কর।

[BUET'14-15]

Solⁿ: $v = \frac{s}{t} = \frac{0.381}{6.4} = 0.0595\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $\eta = \frac{2r^2(\rho_s-\rho_f)g}{9v}$

$\Rightarrow \eta = \frac{2\times(2.2\times10^{-3})^2\times\left(\frac{1.34\times10^{-4}}{\frac{4}{3}\pi\times(2.2\times10^{-3})^3} - 0.943\times10^3\right)\times9.8}{9\times0.0595}$

$= 0.365$ Pas (Ans.)

03. 4×10^{-4}m ব্যাসার্ধের একটি সীসার গোলক গ্লিসারিনের ভিতর দিয়ে $6.5\times10^{-3}ms^{-1}$ প্রান্তবেগ নিয়ে পড়ছে। সীসার ও গ্লিসারিনের ঘনত্ব যথাক্রমে $11.37 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ও $1.26 \times 10^3\ kgm^{-3}$ হলে গ্লিসারিনের সান্দ্রতাংক নির্ণয় কর।

[KUET'03-04]

Solⁿ: $V = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho_s-\rho_l)g}{\eta}$

$\therefore \eta = \frac{2}{9} \times \frac{r^2(\rho_s-\rho_l)g}{v}$

$= \frac{2}{9} \times \frac{(4\times10^{-4})^2(11.37-1.26)\times10^3\times9.8}{6.5\times10^{-3}}$

$= 0.542\ Nsm^{-2}$ **(Ans.)**

04. বিখ্যাত টাইটানিক জাহাজের ওজন 46000 tons (প্রায়)। যাত্রার প্রাক্কালে জাহাজটির মোট আয়তনের এক তৃতীয়াংশ পানির নীচে ছিল। সমুদ্রের পানির ঘনত্ব 1.025 gm / cc হলে জাহাজটির আয়তন কত? বরফখণ্ডে ধাক্কা লাগার পর যদি প্রতি সেকেন্ডে 3 million cc পানি জাহাজটিতে প্রবেশ করে তাহলে প্রতি ঘণ্টায় জাহাজটির কত অংশ ডুবতে থাকবে?

[RUET'04-05]

Solⁿ: ধরি, জাহাজটির আয়তন $= V\ m^3$

শর্তমতে, $\frac{V}{3}\times1.025\times10^{-3} = 46000\times1016$

[∵ 1 টন = 1016 kg]

$\Rightarrow V = \frac{46000\times1016\times3}{1.025\times10^{-3}} = 1.368 \times 10^{11}$ cc

1 ঘণ্টায় প্রবেশকৃত পানির আয়তন,

$= 3 \times 10^6 \times 3600\ cc = 1.08 \times 10^{10}$ cc

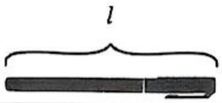
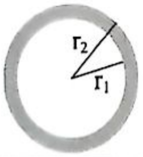
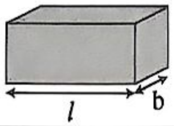
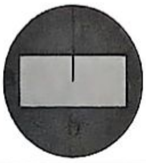
$\therefore v' = \frac{1.08\times10^{10}}{13.68\times10^{10}} \therefore v = \frac{3}{38}$ **(Ans.)**

T-08: পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

- পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{L}$; যেখানে T = পৃষ্ঠটান; F = বল

  L = বিবেচিত দৈর্ঘ্য (প্রবাহীর উপরিপৃষ্ঠ যতটুকু দৈর্ঘ্য জুড়ে কোনো পদার্থের সংস্পর্শে থাকে)

বস্তু	ছবি	বিবেচিত দৈর্ঘ্য (L)	পৃষ্ঠটান (T)
(i) লম্বা সুঁই, কলম ইত্যাদি		$2l$ [l =বস্তুর দৈর্ঘ্য]	$\frac{F}{2l}$
(ii) কয়েন/পয়সা		$2\pi r$ [r = বৃত্তাকার বস্তুর ব্যাসার্ধ]	$\frac{F}{2\pi r}$
(iii) রিং		$2\pi(r_1 + r_2)$[r_1 = অন্তঃব্যাসার্ধ r_2 = বহিঃব্যাসার্ধ]	$\frac{F}{2\pi(r_1+r_2)}$
(iv) ঘনবস্তু		$2(l + b)$[l = দৈর্ঘ্য; b = প্রস্থ]	$\frac{F}{2(l+b)}$
(v) আয়তাকার খাদবিশিষ্ট চাকতি		$2\pi r + 2\ (a + b)$ [r = চাকতির ব্যাসার্ধ; a = খাদের প্রস্থ; b = খাদের দৈর্ঘ্য]	$\frac{F}{2\pi r+2(a+b)}$

- তাপমাত্রা বাড়ালে সাধারণত তরলের পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়। [ব্যতিক্রম: গলিত তামা ও ক্যাডমিয়াম]

  $T = T_0(1 - \alpha t)$, α = পৃষ্ঠটানের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক, T_0 = 0°C তাপমাত্রায় পৃষ্ঠটান, T = t °C তাপমাত্রায় পৃষ্ঠটান।

  খেয়াল রাখতে হবে, এখানে T এবং T_0 এগুলো কেলভিন তাপমাত্রা নয় বরং পৃষ্ঠটান।

- বহিঃস্থ এজেন্ট পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল বাড়ানোর জন্য যে কাজ করে সেটি স্থিতিশক্তিরূপে তরলপৃষ্ঠে সঞ্চিত হয়। প্রতি একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত এই স্থিতিশক্তিই হলো তরলের পৃষ্ঠশক্তি।

- CGS পদ্ধতিতে পৃষ্ঠশক্তির একক আর্গ/সেমি^{2} (erg/cm^2); SI পদ্ধতিতে জুল/মি^{2} (Jm^{-2})।

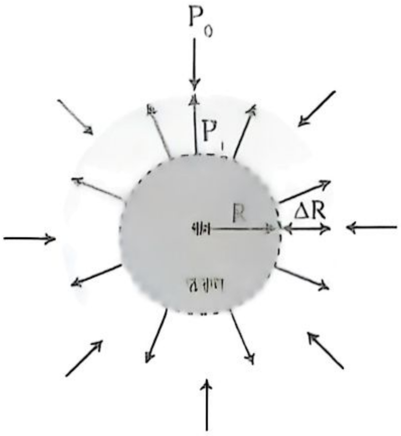
- R ব্যাসার্ধের একটি বড় ফোঁটাকে N সংখ্যক r ব্যাসার্ধের ছোট ফোঁটাতে পরিণত করতে ব্যয়িত শক্তি,

  $W = (A_2 - A_1)\times T$; $A_2 = 4\pi r^2 \times N, A_1 = 4\pi R^2$

  $\therefore W = 4\pi(Nr^2 - R^2)\times T$

- সংখ্যাগতভাবে, পৃষ্ঠশক্তির মান = পৃষ্ঠটানের মান অর্থাৎ, $\boxed{W = T}$

- পৃষ্ঠটানের জন্য অতিরিক্ত চাপ: পানির ফোঁটায়, $P = \frac{2T}{R}$; সাবান বুদবুদের, $P = \frac{4T}{R}$ (পৃষ্ঠ 2 টি); R বুদবুদের ব্যাসার্ধ। কিন্তু পানির ভেতরের বুদবুদের ক্ষেত্রে, $P = \frac{2T}{R}$



অতিরিক্ত চাপ, $\Delta P = P_1 - P_0$
P_1 = অবতল পৃষ্ঠে প্রযুক্ত চাপ
P_0 = উত্তল পৃষ্ঠে প্রযুক্ত চাপ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 1 cm ব্যাসের একটি সাবানের বুদবুদ ধীরে ধীরে 10 cm ব্যাসে ফুলিয়ে তোলা হয়। এতে কী পরিমাণ কাজ করা হয়? (সাবান পানির পৃষ্ঠটান = $25 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$) [CUET'25-26]

(a) 1.35×10^{-3} J　(b) 8.65×10^{-3} J
(c) 1.55×10^{-3} J　(d) 1.44×10^{-3} J
(e) 1.36×10^{-3} J　ⓒ

Sol^n: $W = T\Delta A$
$= T \times 2 \times [4\pi(r_2^2 - r_1^2)]$
[∵ সাবানের বুদবুদের দুটি পৃষ্ঠ থাকে]

$r_1 = \frac{1 \text{ cm}}{2} = 0.5 \text{ cm}$
$= 5 \times 10^{-3}$ m
$r_2 = \frac{10 \text{ cm}}{2} = 5 \text{ cm}$
$= 5 \times 10^{-2}$ m

$= 25 \times 10^{-3} \times 2 \times [4\pi[(5 \times 10^{-2})^2 - (5 \times 10^{-3})^2]]$
$= 1.55 \times 10^{-3}$ J

02. কোন ধর্মের কারণে পানির ফোঁটা গোলাকৃতির হয়? [RUET'14-15, BUTEX'12-13, BUET'09-10]

(a) স্থিতিস্থাপকতা　(b) সান্দ্রতা
(c) তলটান　(d) কৈশিকত্ব (e) None　ⓒ

03. l দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার কাঠামোকে সাবানের পানিতে ডুবানো হল। যখন কাঠামোটিকে বাহিরে আনা হল তখন তার উপর একটি সাবানের ফিল্ম পাওয়া যায়। সাবানের দ্রবণের পৃষ্ঠটান T হলে কাঠামোটির উপর বলের মান হবে- [BUET'13-14]

(a) $8\,Tl$　(b) $4\,Tl$
(c) $10\,Tl$　(d) $12\,Tl$　ⓐ

Sol^n: $F = 2 \times 4Tl = 8Tl$
[∴ সাবানের ফিল্ম এর দুইটি পৃষ্ঠ থাকে]

04. 10cm ব্যাসার্ধের একটি পারদ ফোঁটাকে 10^6 সমআয়তন ফোঁটায় বিভক্ত করা হলো। এতে কি পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হলো? পারদের পৃষ্ঠটান = 0.55Nm^{-1}। [KUET'18-19, 11-12]

(a) 10^{-3}J　(b) 6.84×10^{-3}J
(c) 68.39×10^{-3}J
(d) 0.684J　(e) 6.84J　ⓔ

Sol^n: $W = 4\pi(Nr^2 - R^2)T = 6.84$ J
$\left[N \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3; N = 10^6 \therefore r = \frac{R}{\sqrt[3]{10^6}}\right]$

05. কোন তরলের ফোঁটার তলশক্তি U। উক্ত ফোঁটা থেকে 1000 টি একই রকম ফোঁটা তৈরী করা হল। সবকটি ফোঁটার মোট তলশক্তি হল- [BUTEX'16-17]

(a) 1000 U　(b) 100 U
(c) 10 U　(d) U　ⓒ

Sol^n: 1000 ছোট ফোঁটার আয়তন 1 বড় ফোঁটার আয়তনের সমান।
$\therefore 1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow R = 10r$
∴ মোট তলশক্তির অনুপাত $= \frac{1000 \times 4\pi\left(\frac{R}{10}\right)^2}{4\pi \times R^2} = 10$

06. 0.2mm ব্যাস বিশিষ্ট পানির 1000 ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরী করে। বৃহৎ ফোঁটাটি তৈরি করতে নির্গত শক্তি নির্ণয় কর। (পানির পৃষ্ঠটান = 72×10^{-3} Nm^{-1}) [KUET'13-14; IUT'10-11]

(a) 82 ergs　(b) 81.31 J
(c) 81.46 ergs　(d) 81 dynes
(e) 80.2 ergs　ⓒ

Sol^n: $r = 0.1\text{mm} = 0.1 \times 10^{-3}\text{m} = 10^{-4}\text{m}$
$R = \sqrt[3]{N}r = 10r = 0.1 \times 10^{-2}\text{m} = 10^{-3}\text{m}$
$T = 72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$;
নির্গত শক্তি $= 4\pi(Nr^2 - R^2)T$
$= 81.43 \times 10^{-7}\text{J} \approx 81.46$ ergs

07. প্রতিটি 10^{-4}m ব্যাস বিশিষ্ট পানির 1000 ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বৃহৎ ফোঁটা তৈরী করল। বৃহৎ ফোঁটার ব্যাসার্ধ কত? [RUET'13-14, CUET'10-11]

(a) 10^{-2} m　(b) $\frac{1}{10}$ m
(c) 5×10^{-4} m　(d) None of these　ⓒ

Sol^n: $\frac{4}{3}\pi R^3 = N \times \frac{4}{3}\pi r^3$
$\Rightarrow R^3 = N \times r^3 = 1000 \times \left(\frac{10^{-4}}{2}\right)^3$
$\therefore R = 10 \times \frac{10^{-4}}{2} = 5 \times 10^{-4}$m

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি সাবানের বুদবুদের ব্যাসার্ধ 1 সে.মি. হতে বাড়িয়ে 10 সে.মি. করতে কত কাজ সম্পন্ন করতে হবে? [সাবান পানির পৃষ্ঠটান $= 2.6 \times 10^{-2}$ নিউটন/মিটার] **[KUET'19-20]**

Solⁿ: পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = 2 \times (4\pi R^2 - 4\pi r^2)$

[∵ সাবানের ২ টি পৃষ্ঠ থাকে]

$= 2 \times 4\pi \times (0.1^2 - 0.01^2) = 0.2488\text{m}^2$

∴ কৃতকাজ $W = \Delta AT = 0.2488 \times 2.6 \times 10^{-2}$

$= 6.469 \times 10^{-3}\text{J}$

02. পানি ব্যবহার করার পর কল বন্ধ করা হলো। তারপরও ফোঁটা ফোঁটা পানি পড়ছিল। পরিমাপ করে দেখা গেল প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস $4 \times 10^{-7}\text{m}$। এ রকম আটটি পানির ফোঁটা একত্রিত করে একটি বড় পানির ফোঁটা তৈরি করা হলো। পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\ \text{Nm}^{-1}$ হলে (i) বড় পানির ফোঁটার ব্যাস কত? (ii) পানির তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি পাবে? **[BUTEX'19-20]**

Solⁿ: (i) $\frac{4}{3}\pi R^3 = \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \times 8 \Rightarrow R^3 = 8r^3$

$\therefore R = 2r \ \therefore D = 2d = 8 \times 10^{-7}\text{m}$ (**Ans.**)

(ii) $\Delta W = ms\Delta\theta \Rightarrow T \times 4\pi(Nr^2 - R^2) = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow 4T\pi(Nr^2 - R^2) = \frac{4}{3}\pi R^3 \times \rho \times s \times \Delta\theta$

$\therefore \Delta\theta = \frac{3T(Nr^2 - R^2)}{R^3\rho s}$

$= \frac{3 \times 72 \times 10^{-3} \times \left\{8 \times (2 \times 10^{-7})^2 - (4 \times 10^{-7})^2\right\}}{(4 \times 10^{-7})^3 \times 1000 \times 4200}$

$= 0.12857°\text{C}$ (**Ans.**)

03. প্রতিটি 1mm ব্যাসার্ধের আটটি বৃষ্টির ফোঁটা 5cms^{-1} প্রান্তিক বেগে পতনশীল। যদি আটটি ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হয়, তাহলে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। [দেয়া আছে, পানির পৃষ্ঠটান $= 7.4 \times 10^{-2}\text{Nm}^{-1}$] **[BUET'16-17]**

Solⁿ: বড় ফোটার ব্যাসার্ধ R হলে, $8 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\Rightarrow R = 2r = 2\text{mm}$

∴ পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তনের কারণে নির্গত শক্তি

$= (8 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2) \times T = 3.72 \times 10^{-6}\text{J}$

[**Note:** প্রান্তবেগ, $v_T \propto r^2$

∴ গতিশক্তি, $E_k \propto v_T^2 \Rightarrow E_k \propto (r^2)^2 \Rightarrow E_k \propto r^4$

এখানে, গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে। তাই প্রান্তবেগের পরিবর্তনের কারণে কোনো শক্তি মুক্ত হবে না।]

04. $0.17 \times 10^{-2}\text{m}$ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট 25 টি পানির ক্ষুদ্র ফোঁটা মিলে একটি বড় ফোঁটা তৈরি করলো। এতে নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। (পানির পৃষ্ঠটান $= 7.2 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$). **[RUET'07-08, 03-04; CUET'05-06, 04-05]**

Solⁿ: 25 টি ছোট ফোঁটার আয়তন = 1 টি বড় ফোঁটার আয়তন

$\Rightarrow 25 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow 25 \times r^3 = R^3$

$\Rightarrow R = r \times \sqrt[3]{25} = 0.17 \times 10^{-2}\text{m} \times \sqrt[3]{25} = 0.00497\text{m}$

$\therefore \Delta A = 25 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2$

$= 25 \times 4\pi(0.17 \times 10^{-2})^2 - 4\pi(0.00497)^2$

$= 4\pi[25 \times (0.17 \times 10^{-2})^2 - (0.00497)^2]$

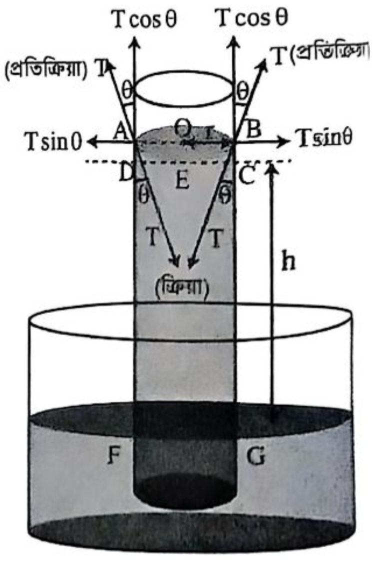
$= 0.000597\text{m}^2$

∴ নির্গত শক্তি, $E = T\Delta A$

$= 7.2 \times 10^{-3} \times 0.0005975 = 4.3 \times 10^{-6}\text{J}$ (Ans.)

T-09: কৈশিকতা ও স্পর্শ কোণ

কনসেপ্ট রিভিউ



➢ r ব্যাসার্ধের কৈশিক নলকে T পৃষ্ঠটানের তরলে ডুবালে পৃষ্ঠটানের দরুন বল,

F = নলের পরিধি × পৃষ্ঠটান

∴ নলের পরিধির উপর তরল কর্তৃক প্রযুক্ত বল $= 2\pi rT$। এই বলের প্রতিক্রিয়া রূপে তরলের উপর নল $2\pi rT$ বল দেয়, যার উল্লম্ব উপাংশ $2\pi rT\cos\theta$ এর জন্য পানি উপরে উঠে এবং $T\sin\theta$ ব্যাস বরাবর বিপরীত দিকে কাজ করায় নিষ্ক্রিয় হয়ে যায়।

পানি স্থির হবে যখন, $mg = 2\pi rT\cos\theta$; $\Rightarrow V\rho g = 2\pi r\, T\cos\theta$

আয়তন, V = DFGC সিলিন্ডার − AEB অর্ধ গোলক + ABCD সিলিন্ডার

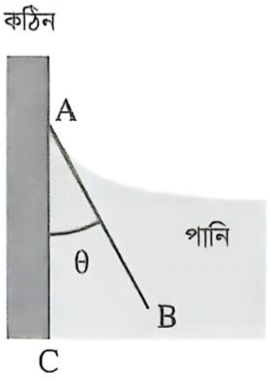
$= \pi r^2 h - \frac{2}{3}\pi r^3 + \pi r^3$

$= \pi r^2\left(h + \frac{r}{3}\right) \Rightarrow \pi r^2\left(h + \frac{r}{3}\right)\rho g = 2\pi rT\cos\theta \Rightarrow T = \frac{r\left(h + \frac{r}{3}\right)\rho g}{2\cos\theta}$

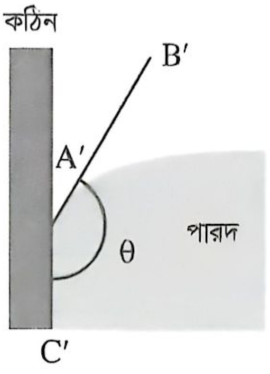
- $T = \frac{r\rho g\left(h+\frac{r}{3}\right)}{2\cos\theta}$

  তরলের আরোহণ, h $\xrightarrow{\qquad}$ Positive (+ve) এবং $\theta < 90°$; উদাহরণ: পানি

  তরলের অবরোহণ, h $\xrightarrow{\qquad}$ negative (– ve) এবং $\theta > 90°$; উদাহরণ: পারদ
- যদি $r \ll h$ হয়, তবে $T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$
- স্পর্শকোণ θ হচ্ছে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক, তরলের মধ্য দিয়ে কঠিন তলের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে সেটি



θ = সূক্ষ্মকোণ (কাঁচ ভিজায়)



θ = স্থূলকোণ (কাঁচ ভিজায় না)

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. তার্পিন তেলের পৃষ্ঠটান 27×10^3 Nm^{-1} এবং ঘনত্ব 0.87×10^3 kgm^{-3}। যদি 5.8×10^{-5} m ব্যাসের একটি কৈশিক নলের পাত্রের সাথে স্পর্শ কোণ 22° হয়, তবে নলটিতে তার্পিন তেল কত উচ্চতায় উঠবে নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 20.25 cm (b) 20 cm (c) 0.28 m
(d) 0.18 m (e) 18.2 cm ⓐ

Solⁿ: (a); $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta}$

$\therefore h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g} = 0.2025 \text{ m} = 20.25 \text{ cm}$

[প্রশ্নে T এর মান 27×10^{-3} এর স্থলে 27×10^3 ছাপা হয়েছে।]

02. 0.5×10^{-3}m ব্যাসার্ধের একটি কৈশিক কাঁচনল পারদে ডুবালে নলের মধ্যে পারদের অবনমন 6.753×10^{-3}m হয়। কাঁচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ কত? [পারদের পৃষ্ঠটান = 0.47 Nm^{-1} এবং ঘনত্ব = 13.6×10^3kgm^{-3}] **[KUET'16-17]**

(a) 103.85° (b) 106.69° (c) 118.6°
(d) 120.6° (e) 125.6° ⓒ

Solⁿ: (c); এখানে, $h = -6.753 \times 10^{-3}$ m,
$r = 0.5 \times 10^{-3}$m
$\rho = 13.6 \times 10^3$kgm^{-3},
$g = 9.8$ms^{-2}, $T = 0.47$Nm^{-1}
$\cos\theta = \frac{hr\rho g}{2T} = -0.4787$
$\therefore \theta = \cos^{-1}(-0.4787) = 118.6°$

03. কাঁচ ও পারদের স্পর্শ কোণ θ হবে- **[BUET'13-14]**

(a) $0 < \theta < 90°$ (b) $90° < \theta < 180°$
(c) $\theta = 90°$ (d) $\theta = 180°$ ⓑ

Solⁿ: (b); পারদ কাঁচকে ভেজায় না। ∴ θ স্থূলকোণ

04. কাঁচ ও বিশুদ্ধ পানির বেলায় স্পর্শ কোণের মান কত? **[BUTEX'13-14]**

(a) 3° (b) 5° (c) 6° (d) 8°

Solⁿ: (সঠিক উত্তর নেই); বিশুদ্ধ পানি ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শকোণ প্রায় শূন্য।

05. একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ 0.1cm। একে 50×10^{-3}Nm^{-1} পৃষ্ঠটান এবং 1000kgm^{-3} ঘনত্বের তেলে ডুবালে কৈশিক নলে কত উচ্চতায় তেল উঠবে [স্পর্শ কোণ = 20°]? **[KUET'10-11]**

(a) 9.588 mm (b) 9.588 cm
(c) 9.588 m (d) 0.1438 m
(e) 0.1438 cm ⓐ

Solⁿ: (a); $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta} \Rightarrow h = \frac{2T\cos\theta}{r\rho g}$

$\Rightarrow h = \frac{2\times50\times10^{-3}\times\cos20^{o}}{10^{-3}\times1000\times9.8}$

$\therefore h = 9.588 \times 10^{-3}\text{m} = 9.588 \text{ mm}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একই পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণকে কি বলে? **[BUTEX'10-11]**

Solⁿ: সংসক্তি বল।

02. 3.0 mm এবং 6.0 mm ব্যাস বিশিষ্ট দুটি কৈশিক নলকে একটি পানির পাত্রে খাড়াভাবে আংশিক ডুবিয়ে রাখলে নল দুটির ভিতর দিয়ে পানি উপরে উঠে যে দুটি তরল অবতল তলের সৃষ্টি করে, সেই তল দুটির মধ্যে উচ্চতার পার্থক্য কত? [পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রায় পানির পৃষ্ঠটান $7.3 \times 10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}}$, স্পর্শ কোণ শূন্য এবং পানির আপেক্ষিক ঘনত্ব 1.0] **[BUET'05-06]**

Sol^n: $T = \frac{r_1\rho g h_1}{2} = \frac{r_2\rho g h_2}{2}$

$\therefore h_1 = \frac{2T}{\rho g r_1}, h_2 = \frac{2T}{\rho g r_2} \quad \therefore h_1 - h_2 = \frac{2T}{\rho g}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$= \frac{2\times7.3\times10^{-2}}{1000\times9.8}\left(\frac{1}{1.5\times10^{-3}} - \frac{1}{3\times10^{-3}}\right)$

$= 4.966 \times 10^{-3}\mathrm{m} = 4.966\ \mathrm{mm}$

03. ছয় পা বিশিষ্ট 3.0×10^{-3}gm ভরের একটি পোকা পানির উপরিতলে দাঁড়িয়ে থাকতে পারে। ছয়টি পা সমান ভার বহন করলে এবং পোকার পায়ের তলা 2.0×10^{-5}m ব্যাসার্ধের গোলক আকৃতির হলে, পানির সাথে পোকার পায়ের স্পর্শকোণ কত হবে? [পানির পৃষ্ঠটান $7.2\times10^{-2}\mathrm{Nm^{-1}}, g = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$] **[BUET'00-01]**

Sol^n: $M = 3.0\times10^{-6}$ kg,

$m = \frac{M}{6} = 5.0\times10^{-7}$ kg ; $r = 2.0\times10^{-5}$ m ;

$T = 7.2\times10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}}$; $g = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$

$\therefore \cos\theta = \frac{mg}{2\pi rT} = \frac{5\times10^{-7}\times9.8}{2\pi\times2\times10^{-5}\times7.2\times10^{-2}}$

$\therefore \theta = 57.2^{\circ}$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 0.30 mm ব্যাসের নল দিয়ে 40 $\mathrm{cms^{-1}}$ বেগে পানি প্রবাহিত হচ্ছে। পানির সান্দ্রতাঙ্ক $\eta = 10^{-3}$ poise হলে প্রবাহের রেনল্ড সংখ্যা কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 500 (b) 600 (c) 750 (d) 980

02. ৪টি সমান ব্যাসার্ধের পানির ফোঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে 8 $\mathrm{cms^{-1}}$ প্রান্তীয় বেগে নিচে পড়ছে। ওই ফোঁটাগুলো একত্রিত হয়ে একটা বড়ো ফোঁটায় পরিণত হলে এর প্রান্তীয় বেগ কত হবে? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 8 $\mathrm{cms^{-1}}$ (b) 16 $\mathrm{cms^{-1}}$

(c) 32 $\mathrm{ms^{-1}}$ (d) none

03. 1 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বায়ু বুদবুদ একটি দীর্ঘ তরল স্তম্ভের নিচ থেকে ওপরে উঠছে। এর প্রান্তীয় বেগ 0.3 $\mathrm{cms^{-1}}$ হলে তরলের সান্দ্রতাঙ্ক কত? (দেওয়া আছে বায়ুর ঘনত্ব, $\rho = 0.0013\ \mathrm{g\ cm^{-3}}$, তরলের ঘনত্ব $= 1.5\mathrm{g\ cm^{-3}}$) [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 100 Pas (b) 105 Pas (c) 109 Pas (d) 115 Pas

04. সয়াবিন তেলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক $5.2 \times 10^{-2}\mathrm{Nsm^{-2}}$। সয়াবিন তেলের মধ্য দিয়ে 0.2 mm ব্যাসের একটি ধাতব গোলক 1 $\mathrm{ms^{-1}}$ প্রান্তিক বেগে পড়ছে। সয়াবিনের সান্দ্রতাজনিত বল নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 9.8×10^{-5} (b) 9.8×10^{-4}

(c) 9.8×10^{-6} (d) none

05. একটি সাবান বুদবুদের ব্যাস 1 cm এবং সাবান পানির পৃষ্ঠটান $3.2 \times 10^{-2}\mathrm{Nm^{-1}}$। বুদবুদের বাইরের ও ভিতরের চাপের পার্থক্য নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]

(a) 23 Pa (b) 25.2 Pa (c) 25.6 Pa (d) 32.3 Pa

06. 0.002 m ব্যাসার্ধের একটি বৃষ্টির ফোঁটার বাইরের অপেক্ষা ভিতরে চাপ কতটুকু বেশি হবে? পানির পৃষ্ঠটান $7.28 \times 10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}}$। [প্রামাণিক স্যার]

(a) 70 Pa (b) 73 Pa (c) 75 Pa (d) 78 Pa

07. 0.15 m দীর্ঘ নগণ্য ভরের একটি অনুভূমিক তারকে পানির উপরিতল থেকে টেনে তুলতে সর্বনিম্ন কত বলের প্রয়োজন হবে? পানির পৃষ্ঠটান $7.28 \times 10^{-2}\ \mathrm{Nm^{-1}}$। [প্রামাণিক স্যার]

(a) 0.01 N (b) 0.02 N (c) 0.03 N (d) 0.04 N

08. একটি পদার্থের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক এর দৃঢ়তার গুণাঙ্কের 2.6 গুণ হলে ঐ পদার্থের পয়সন এর অনুপাত কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 0.26 (b) 1.3 (c) 0.3 (d) 0.6

09. একটি স্টিলের তারের তাপমাত্রা বাড়ালে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক- [তপন স্যার]

(a) হ্রাস পাবে (b) প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে পরে কমবে

(c) বৃদ্ধি পাবে (d) একই থাকবে

10. টান করা তারে একক আয়তনে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি হল– [তপন স্যার]

(a) $\frac{Yl}{2L^2}$ (b) $\frac{l}{2L^2}$ (c) $\frac{L^2}{2Yl}$ (d) $\frac{Yl^2}{2L^2}$

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. c	03. c	04. a	05. c
06. b	07. b	08. c	09. a	10. d

11. পানির আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক 0.22×10^{10} Nm^{-2}। 1L পানির আয়তন 0.1% পরিবর্তন করতে কত চাপের প্রয়োজন? [সেলু স্যার]

(a) 0.22×10^{10} Nm^{-2} (b) 0.22×10^{13} Nm^{-2}
(c) 2.2×10^{6} Nm^{-2} (d) 2.2 Nm^{-2}

12. কোনো পদার্থের অসহপীড়ন $4.9 \times 10^{8} Nm^{-2}$। ঐ পদার্থের তৈরি একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1mm^2$ হলে তারটিতে সর্বনিম্ন কত ভর ঝুলালে তারটি ছিড়ে যাবে? [সেলু স্যার]

(a) 0.5 kg (b) 5 kg (c) 10 kg (d) 50 kg

13. একই পদার্থ ও ব্যাসার্ধের দুটি তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1 : 2। যদি সমান বল দ্বারা তার দুটিকে টানা হয় তবে বিকৃতির অনুপাত হবে- [ইসহাক স্যার]

(a) 1 : 4 (b) 2 : 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 1

14. 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট তামার তারকে টেনে দ্বিগুণ লম্বা করতে কত বলের প্রয়োজন হবে? [$Y = 10^{11}$ N/m^2] [ইসহাক স্যার]

(a) 10^7 N (b) 3×10^7 N
(c) 4×10^7 N (d) 2×10^7 N

15. 5 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাসবিশিষ্ট তারে 1000 kg ভর চাপালে দৈর্ঘ্য 0.3 mm প্রসারিত হয়। তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

(a) 0.0147 J (b) 0.03 J (c) 1.47 J (d) 100 J

MCQ উত্তরমালা

11. c	12. d	13. d	14. a	15. c

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 1.5 mm গভীরতার স্থির তরল পৃষ্ঠের ওপর 2×10^{-2} m^2 ক্ষেত্রফলের একটি ধাতব প্লেট রক্ষিত আছে। ওই ধাতব প্লেটকে তরলের ওপর 9 cms^{-1} বেগে সরাতে অনুভূমিকভাবে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? তরলের সান্দ্রতাঙ্ক 2 Nsm^{-1}। [ইসহাক স্যার] **[Ans. 2.4 N]**

02. একটি ক্ষুদ্র তৈলবিন্দু বাতাসের মধ্যদিয়ে পড়ছে। যদি এর প্রান্তিক বেগ 3×10^{-4} ms^{-1} হয়, তবে তৈলবিন্দুটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। (বাতাসের সান্দ্রতাঙ্ক $= 1.8 \times 10^{-5} Nsm^{-2}$, তেলের ঘনত্ব $\rho = 900$ $kgms^{-3}$। বাতাসের ঘনত্ব উপেক্ষণীয়।) [ইসহাক স্যার] **[Ans. 1.66×10^{-6} m]**

03. কোনো তরলের পৃষ্ঠটান 0.072 Nm^{-2} ও ঘনত্ব 1 kgL^{-1}। 1 mm ব্যাসার্ধের একটি কৌশিক নল খাড়াভাবে উক্ত তরলে নিমজ্জিত করলে কৈশিকতার জন্য তরল কত উচ্চতায় উঠবে? [$g = 10$ ms^{-2}] [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 1.44 cm]**

04. একটি বহুতল দালান যে উপকরণ দিয়ে তৈরি তার স্থিতিস্থাপক সীমা 5×10^5 Nm^{-2} এবং ঘনত্ব 0.65×10^3 kgm^{-3}। প্রতি তলার উচ্চতা 3.2 m হলে, ওই দালানের (i) সর্বোচ্চ উচ্চতা কত হতে পারে এবং (ii) দালানটি কত তলা পর্যন্ত করা সম্ভব? ($g = 10$ ms^{-2}) [ইসহাক স্যার]
[Ans. (i) 76.92 m (ii) 24 তলা]

05. একজন বালকের গুলতি 5 mm ব্যাস ও 36 cm দৈর্ঘ্যের রাবারের ফিতা দিয়ে তৈরি। বালকটি ফিতাকে 18 cm টেনে একটি পাথরের গুলিকে ছুঁড়ল। গুলিটির ভর 0.02 kg। গুলিটি গুলতি থেকে 15 ms^{-1} বেগে ছুটে গেলে, রাবারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার] **[Ans. 2.55×10^6 Nm^{-2}]**

06. কোনো পদার্থের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক 1.85×10^{11} Nm^{-2} এবং পয়সনের অনুপাত 0.238। ঐ পদার্থের আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক ও দৃঢ়তা গুণাঙ্ক কত? [ইসহাক স্যার]
[Ans. 1.176×10^{11} Nm^{-2}; 7.47×10^{10} Nm^{-2}]

07. 2 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তার 20° তাপমাত্রায় দুটি বিন্দুর মধ্যে টান টান অবস্থায় রাখা আছে। যদি তাপমাত্রা 10°C তে নেমে আসে তাহলে তারটির মধ্যে কত টেনশন (বল) তৈরি হবে বের করো। (ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি গুণাঙ্ক $= 1.1 \times 10^{-5}$°C এবং তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $= 2.1 \times 10^{11}$ Nm^{-2}) [তপন স্যার] **[Ans. 72.53 N]**

08. 1 m লম্বা ও 1 mm ব্যাসের একটি তারের এক প্রান্তে 80 N এর একটি ওজন ঝুলাতে হবে। যদি এক্ষেত্রে 1 mm এর বেশি দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি গ্রহণযোগ্য না হয়, তাহলে তামার তার ব্যবহার করা যাবে কি? ($Y = 13 \times 10^{10}$ Nm^{-2})
[তপন স্যার] **[Ans. হ্যাঁ, ব্যবহার করা যাবে]**

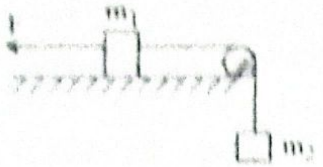
09. কোনো তারের দৈর্ঘ্য 3 m এবং ভর 20 g। 50 N টানে এর দৈর্ঘ্য 1 mm বাড়ে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। তারের ঘনত্ব 7.5×10^3 kgm^{-3}।
[তপন স্যার] **[Ans. 1.6875×10^{11} Nm^{-2}]**

10. 5 m দীর্ঘ এবং 1×10^{-6} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি অনুভূমিক ইস্পাতের তারের উভয় প্রান্তকে পরস্পর বিপরীত দিক থেকে 20 কিলোগ্রাম ওজনের বল দ্বারা টানলে তারের উভয় প্রান্তের দিকে তারের দৈর্ঘ্য 25×10^{-4} m বৃদ্ধি পায়। ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।
[প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 1.96×10^{11} Nm^{-2}]**

11. একটি ধাতব ঘনকের প্রতিটি তলের ক্ষেত্রফল 0.5 m^2। এর নিচ তল দৃঢ়ভাবে আটকানো। উপরিতলে 5×10^6 N স্পর্শকীয় বল প্রয়োগ করলে 10° ব্যবর্তন বিকৃতি হয়। ধাতুটির দৃঢ়তার গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]**[Ans. 5.73×10^7 Nm^{-2}]**

12. পারদের আয়তন গুণাঙ্ক 2.5×10^{10} Nm^{-2}। এক লিটার পারদের আয়তন 2×10^{-6} m^3 হ্রাস করতে (i) কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? (ii) পারদে কী পরিমাণ স্থিতিশক্তি জমা হবে? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. (i) 50 J (ii) 50 J]**

13. একই উপাদান দিয়ে তৈরি দুটি সুষম তাদের দৈর্ঘ্য 3 m ও 4 m। সমপরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করার জন্য তার দুটির উপর যথাক্রমে 0.03 J ও 0.05 J কাজ করার প্রয়োজন হয়। তার দুটির প্রস্থচ্ছেদের অনুপাত নির্ণয় কর। [সেলু স্যার] **[Ans. 9:20]**

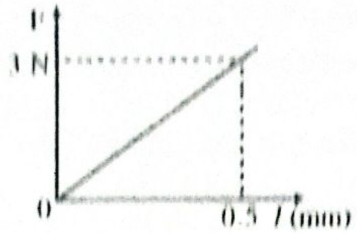
14. 

$F = m_2\frac{g}{2}$ ও তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A, ইয়ং এর গুণাঙ্ক = Y তারের ওজন নগণ্য ও তলটি ঘর্ষণবিহীন। তারের বিকৃতি নির্ণয় করো। [Ans: $\frac{m_2 g}{2AY}\cdot\frac{(2m_1+m_2)}{(m_1+m_2)}$]

15. বল প্রয়োগে কোনো সিলিন্ডার আকৃতির বস্তুর আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে এর পয়সনের অনুপাতের মান কত? [Ans. $\frac{1}{2}$]

16. ভূমিতে কোনো পানিভর্তি বেলুনের আয়তন $100\ cm^3$। ভূমিতে বায়ুর চাপ 100k Pa। ভূমি হতে 10 m উচ্চতায় বেলুনটির আয়তনের পরিবর্তন কত হবে? ভূমি হতে 1 m উচ্চতা বৃদ্ধিতে চাপ 2 Pa করে কমে যায় এবং পানির সংনম্যতা 5×10^{-10} Pa। [Ans. $10^{-12} m^3$]

17. তামার ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক $12.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এবং আয়তন গুণাঙ্ক $14 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$। তামার কোনো ব্লকে বল প্রয়োগের ফলে কৃন্তন বিকৃতি 0.2 হলে এর কৃন্তন পীড়নের মান কত? [Ans. 9.33×10^9 Pa]

18. 

চিত্রে কোনো তারের মধ্যে F বল প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য পরিবর্তন l এর গ্রাফ দেখানো হয়েছে। F = 0 থেকে F = 3 N এ নিতে তারে বিভবশক্তির পরিবর্তন কত হবে? [Ans. 7.5×10^{-4}J]

19. 8 m দীর্ঘ এবং $1.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্বের একটি ভারী রাবারের রশির এক প্রান্ত কোনো দেয়ালের সিলিং হতে ঝুলিয়ে দেয়া হলে রশির নিজস্ব ওজনের কারণে কতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটবে? [রাবারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 5 \times 10^8\ Nm^{-2}$]

[Advanced][কনসেপ্টবুক T-01] [Ans: 9.408×10^{-4}m]

20. ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য 6 cm এবং এর $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ হলে ঘনকের নিচের তলের মাঝ বরাবর 5 kg ভর ঝুলালে আয়তন গুণাঙ্ক কত হবে? [ইসহাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্টবুক T-02] [Ans. $6.67 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (b);** $v = \frac{R_e \eta}{\rho r}$ [1 Poise = $10^{-1} Pas^{-1}$]

$\Rightarrow R_e = \frac{v\rho r}{\eta} = \frac{0.4\times10^3\times0.15\times10^{-3}}{10^{-4}} = 600$

02. **Solⁿ: (c);** $V_2 = 8V_1 \Rightarrow R = 2r$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{4r^2}{r^2} = 4$

$\Rightarrow v_2 = 4v_1 = 32\ cms^{-1}$

03. **Solⁿ: (c);** $\eta = \frac{2r^2(\rho-\sigma)g}{9v} = \frac{2\times(10^{-2})^2\times(1.3-1.5\times10^3)\times10}{9\times(-0.3\times10^{-2})}$

$\therefore \eta = 108.8\ Pas \approx 109\ Pas$

04. **Solⁿ: (a);** $F = 6\pi\eta rv$

$= 6\pi \times 5.2 \times 10^{-2} \times \frac{0.2\times10^{-3}}{2} \times 1 = 9.8 \times 10^{-5}$ N

05. **Solⁿ: (c);** $P = \frac{4T}{r} = \frac{4\times3.2\times10^{-2}}{\frac{0.01}{2}} = 25.6$ Pa

06. **Solⁿ: (b);** $P = \frac{2T}{r} = \frac{2\times7.28\times10^{-2}}{0.002} = 72.8\ Pa \approx 73$ Pa

07. **Solⁿ: (b);** $F = T \times 2l = 7.28 \times 10^{-2} \times (2 \times 0.15)$

$= 0.022\ N \approx 0.02$ N

08. **Solⁿ: (c);** $Y = 2n(1+\sigma) \Rightarrow 2.6n = 2n(1+\sigma)$

$\Rightarrow 1+\sigma = 1.3 \therefore \sigma = 0.3$

11. **Solⁿ: (c);** $B = \frac{P}{\frac{v}{V}}$

$\Rightarrow P = 0.22 \times 10^{10} \times \frac{0.1}{100} = \frac{22}{100} \times 10^{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{100}$

$= 22 \times 10^5 = 2.2 \times 10^6\ Nm^{-2}$

12. **Solⁿ: (d);** অসহ পীড়ন $= 4.9 \times 10^8\ Nm^{-2}$

$\Rightarrow \frac{mg}{A} = 4.9 \times 10^8\ Nm^{-2} \therefore m = 50$ kg

13. **Solⁿ: (d);** $Y_1 = Y_2, A_1 = A_2$

সমান বলে টানা হলে,

$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{Y_1A_1l_1}{L_1} = \frac{Y_2A_2l_2}{L_2}$

$\Rightarrow \frac{l_1}{L_1} = \frac{l_2}{L_2} \Rightarrow \frac{l_1}{L_1} : \frac{l_2}{L_2} = 1 : 1$

14. **Solⁿ: (a);** $F = \frac{YAl}{L} = \frac{10^{11}\times10^{-4}\times L}{L} = 10^7$ N

15. **Solⁿ: (c);** সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ,

$W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 1000 \times 9.8 \times 0.3 \times 10^{-3} = 1.47$ J

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** $F = \eta A\frac{dv}{dy} = 2 \times 2 \times 10^{-2} \times \frac{9\times10^{-2}}{1.5\times10^{-3}} = 2.4$ N (Ans.)

02. **Solⁿ:** $V = \frac{2}{9}r^2 \cdot \frac{(\rho-\sigma)g}{\eta} \Rightarrow r^2 = \frac{9\eta v}{2(\rho-\sigma)g} = \frac{9\times1.8\times10^{-5}\times3\times10^{-4}}{2\times900\times9.8}$

$\therefore r = 1.66 \times 10^{-6}$ m (Ans.)

03. **Solⁿ:** $T = \frac{1}{2}r\rho gh$

$\Rightarrow h = \frac{2T}{r\rho g} = \frac{2\times0.072}{1\times10^{-3}\times1000\times10}$

$\therefore h = 0.0144\ m = 1.44$ cm (Ans.)

04. **Sol^n:** (i) দালানের অসহ পীড়ন $= h\rho g$

$\Rightarrow h\rho g = 5\times10^5 \Rightarrow h = \frac{5\times10^5}{\rho g}$

$\Rightarrow h = \frac{5\times10^5}{0.65\times10^3\times10} \therefore h = 76.92\ m$ **(Ans.)**

(ii) প্রতি তলার উচ্চতা 3.2m হলে, দালানটি $\frac{76.92}{3.2}$ তলা ≈ 24 তলা পর্যন্ত করা সম্ভব।

05. **Sol^n:** গুলতির গতিশক্তি = রাবারে সঞ্চিত শক্তি

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\times0.02\times15^2$

$= \frac{Y\times1.96\times10^{-5}\times(0.18)^2}{2\times0.36}$

$\Rightarrow Y = 2.55\times10^6\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

$m = 0.02\ kg$
$v = 15\ ms^{-1}$
$A = \frac{1}{4}\times\pi\times(5\times10^{-3})^2$
$= 1.96\times10^{-5}\ m^2$
$L = 36\ cm = 0.36\ m$
$l = 18\ cm = 0.18\ m$

06. **Sol^n:** $Y = 3B(1-2\sigma)$

$\Rightarrow B = \frac{Y}{3(1-2\sigma)}$

$= \frac{1.85\times10^{11}}{3(1-2\times0.238)}\ Nm^{-2}$

$= 1.176\times10^{11}\ Nm^{-2}$ (Ans.)

$Y = 1.85\times10^{11}\ Nm^{-2}$
$\sigma = 0.238$
$B = ?$
$\eta = ?$

আবার, $Y = 2\eta(1+\sigma) \Rightarrow \eta = \frac{Y}{2(1+\sigma)} = \frac{1.85\times10^{11}}{2(1+0.238)}\ Nm^{-2}$

$= 7.47\times10^{10}\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $\alpha = \frac{l}{L\Delta\theta} \Rightarrow l = L\alpha\Delta\theta$

আবার, $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow F = \frac{YAl}{L} = \frac{YAL\alpha\Delta\theta}{L} = YA\alpha\Delta\theta = Y\pi r^2\alpha\Delta\theta$

$= 2.1\times10^{11}\times\pi\times\left(\frac{2\times10^{-3}}{2}\right)^2\times1.1\times10^{-5}\times(20-10)\ N$

$= 72.53\ N$ **(Ans.)**

08. **Sol^n:** $F = \frac{YAl}{L} \Rightarrow l = \frac{FL}{YA} = \frac{80\times1}{13\times10^{10}\times\pi\times(0.5\times10^{-3})^2}\ m$

$= 7.83\times10^{-4}\ m = 0.78\ mm < 1\ mm$

∴ তামার তারটি ব্যবহার করা যাবে।

09. **Sol^n:** $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{AL} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho L}$

$F = \frac{YAl}{L} \Rightarrow Y = \frac{FL}{Al} = \frac{FL}{\frac{m}{\rho L}\times l} = \frac{FL^2\rho}{ml} = \frac{50\times3^2\times7.5\times10^3}{20\times10^{-3}\times1\times10^{-3}}\ Nm^{-2}$

$= 1.6875\times10^{11}\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

10. **Sol^n:** $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{20\times9.8\times5}{10^{-6}\times2\times25\times10^{-4}}\ Nm^{-2}$

$= 1.96\times10^{11}\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

11. **Sol^n:** ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{5\times10^6}{0.5}\ Nm^{-2} = 10^7\ Nm^{-2}$

বিকৃতি $= 10° = \frac{10\pi}{180}\ rad = \frac{\pi}{18}\ rad$

∴ ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{10^7}{\frac{\pi}{18}}\ Nm^{-2} = 5.73\times10^7\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** (i) দেওয়া আছে, $B = 2.5\times10^{10}\ Nm^{-2}$

$V = 10^{-3}\ m^3$; $\Delta V = 2\times10^{-6}\ m^3$

বিকৃতি, $\frac{\Delta V}{V} = \frac{2\times10^{-6}}{10^{-3}} = 2\times10^{-3}$

∴ পীড়ন $= B\times$ বিকৃতি $= 2.5\times10^{10}\times2\times10^{-3}$

$= 5\times10^7\ Nm^{-2}$

∴ কৃতকাজ $= \frac{\text{পীড়ন}\times\text{বিকৃতি}}{2}\times$ আয়তন

$= \frac{1}{2}\times5\times10^7\times2\times10^{-3}\times10^{-3}\ J = 50\ J$ **(Ans.)**

(ii) সঞ্চিত শক্তি = কৃতকাজ = 50 J **(Ans.)**

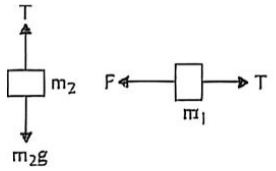
13. **Sol^n:** ১ম তারের ক্ষেত্রে, $W_1 = \frac{YA_1l^2}{2L_1}$ ……… (i)

২য় তারের ক্ষেত্রে, $W_2 = \frac{YA_2l^2}{2L_2}$ ……… (ii)

(i) ÷ (ii) করে, $\frac{W_1}{W_2} = \frac{A_1}{A_2}\times\frac{L_2}{L_1}$

$\Rightarrow \frac{0.03}{0.05} = \frac{A_1}{A_2}\times\frac{4}{3} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{0.09}{0.2} \therefore A_1 : A_2 = 9:20$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** ধরি, তারের টান T, তাহলে Free-Body Diagram হবে:



$\therefore m_2g - T = m_2a$ ……… (i)

$\therefore T - m_2\frac{g}{2} = m_1a$ ……… (ii)

(ii) − (i) $\Rightarrow 2T - \frac{3}{2}m_2g$

$= a(m_1 - m_2)$

$\Rightarrow 2T = \frac{3}{2}m_2g + a(m_1 - m_2)$

$\Rightarrow T = \frac{3}{4}m_2g + \frac{a}{2}(m_1 - m_2)$

∴ বিকৃতি $= \frac{\frac{T}{A}}{Y} = \frac{1}{AY}\left(\frac{3}{4}m_2g + \frac{a}{2}(m_1 - m_2)\right)$

(i) + (ii) $\Rightarrow m_2\frac{g}{2} = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{m_2g}{2(m_1+m_2)}$

∴ বিকৃতি $= \frac{1}{AY}\left\{\frac{3}{4}m_2g + \frac{(m_1-m_2)}{2}\times\frac{m_2g}{2(m_1+m_2)}\right\}$

$= \frac{m_2g}{AY}\left(\frac{3}{4} + \frac{m_1-m_2}{4(m_1+m_2)}\right) = \frac{m_2g}{4AY}\left(3 + \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right) = \frac{m_2g}{4AY}\left(\frac{4m_1+2m_2}{m_1+m_2}\right)$

$= \frac{m_2g}{2AY}\cdot\frac{(2m_1+m_2)}{(m_1+m_2)}$

15. **Sol^n:** $V = \pi r^2l \Rightarrow dV = \pi r^2dl + 2\pi rldr$

$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{\pi r^2dl}{\pi r^2l} + \frac{2\pi rldr}{\pi r^2l} \Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dl}{l} + 2\frac{dr}{r} \Rightarrow 0 = \frac{dl}{l} + 2\frac{dr}{r}$

$\Rightarrow 0 = 1 + 2\cdot\frac{\frac{dr}{r}}{\frac{dl}{l}} \Rightarrow 0 = 1 - 2\sigma \Rightarrow 2\sigma = 1 \therefore \sigma = \frac{1}{2}$ **(Ans.)**

16. **Sol^n:** $P_1 = 100\ kPa = 100\times10^3\ Pa$

$P_2 = 100\times10^3 - 10\times2 = 99980\ Pa$

$\Delta P = 20\ Pa$
$V = 100\times10^{-6}\ m^3$

$\beta\frac{\Delta V}{V} = \Delta P \Rightarrow \Delta V = \Delta P\times\frac{V}{\beta} = 10^{-12}m^3$ **(Ans.)**

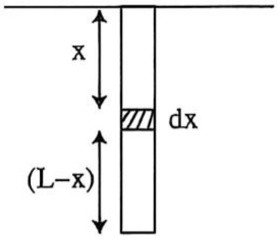
17. **Sol^n:** $\frac{9}{Y} = \frac{1}{K} + \frac{3}{n} \Rightarrow n = 4.66\times10^{10}$

পীড়ন $= n\times$ বিকৃতি $= 4.66\times10^{10}\times0.2$

$= 9.33\times10^9\ Pa$ **(Ans.)**

18. **Sol^n:** $W = \frac{1}{2}\times F\times l \Rightarrow \frac{1}{2}\times3\times0.5\times10^{-3} = 7.5\times10^{-4}J$

19. **Sol^n:** ধরি, রশির দৈর্ঘ্য L এবং ভর M



dx দৈর্ঘ্যের উপর বল:

$\left(M\times\frac{L-x}{L}\right)\times g$

আমরা জানি, $l = \frac{FL}{YA}$

dx দৈর্ঘ্যের জন্য বৃদ্ধি dl

হলে, $dl = \frac{F\,dx}{YA}$

$\Rightarrow \int_0^L dl = \int_0^L \frac{M\frac{L-x}{L}g}{YA}dx$

$\therefore l = \frac{Mg}{YAL}\int_0^L(L-x)dx = \frac{AL\times\rho\times g}{YAL}\left[Lx - \frac{x^2}{2}\right]_0^L = \frac{\rho\times g}{Y}\times\left(L^2 - \frac{L^2}{2}\right)$

$= \frac{\rho gL^2}{2Y} = \frac{1.5\times10^3\times9.8\times8^2}{2\times5\times10^8} = 9.408\times10^{-4}m$ **(Ans.)**

20. **Sol^n:** $V = l^3 \Rightarrow dV = 3l^2dl \Rightarrow \frac{dV}{V} = 3\frac{dl}{l}$ ……… (i)

এখন, $B = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{dV}{V}}$ এবং $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{dl}{l}}$

$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{F}{AB}$ $\Rightarrow \frac{dl}{l} = \frac{F}{AY}$

(i) নং হতে, $\frac{F}{AB} = \frac{3F}{AY} \Rightarrow B = \frac{Y}{3}$

$\therefore B = \frac{2\times10^{11}}{3} = 6.67\times10^{10}\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

অধ্যায় ০৮

পর্যাবৃত্ত গতি

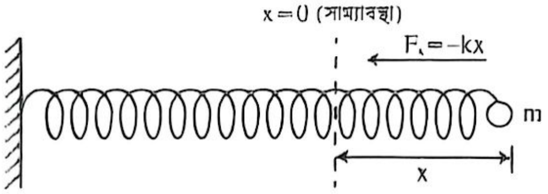
টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সমীকরণ	28	09	BUET’24-25, 23-24, 21-22, 21-22, 12-13; KUET'24-25, 17-18, 16-17, 15-16, 14-15 11-12; RUET'24-25; CKRUET’23-24, 21-22, 20-21; BUTEX’14-15; IUT’22-23; IUT’20-21, 19-20, 18-19, 17-18, 14-15	BUET’25-26, 22-23, 18-19, 14-15, 10-11, 00-01; RUET’03-04; BUTEX'18-19, 18-19, 10-11; MIST’24-25
✪✪	**T-02:** সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির শক্তি	05	06	BUET’22-23, 13-14; CUET’13-14; BUTEX’16-17, 14-15	BUET’23-24, 21-22, 20-21; KUET'25-26; BUTEX’20-21, 19-20
✪✪	**T-03:** উল্লম্ব স্প্রিং	04	03	BUET’13-14; CUET'25-26 IUT’23-24, 21-22	BUTEX’23-24, 21-22; KUET'25-26
✪	**T-04:** স্প্রিং এর সমবায়	04	-	BUET’22-23, 21-22, 10-11; BUTEX’15-16	-
✪✪✪	**T-05:** সরল দোলক	30	23	BUET’24-25, 22-23, 21-23, 13-14, 11-12, 10-11; KUET'24-25, 13-14, 18-19, 17-18, 11-12; RUET’14-15, 10-11; CUET’25-26, 15-16, 10-11; CKRUET’23-24, 22-23, 21-22; BUTEX’17-18, 15-16, 12-13; 07-08; IUT’21-22, 19-20, 16-17, 14-15, 10-11; SUST'25-26, 24-25	BUET’24-25, 17-18, 03-04; KUET'19-20, 05-06, 04-05, 03-04; RUET’25-26, 11-12, 09-10, 08-09, 07-08, 06-07, 04-05; CUET'24-25, 04-05, 03-04; BUTEX’25-26, 24-25, 21-22, 05-06, 01-02

T-01: সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সমীকরণ

কনসেপ্ট রিভিউ



একটি আদর্শ স্প্রিং এর একপ্রান্তে m ভরের বস্তু যুক্ত করে অল্প টেনে ছেড়ে দিলে এটি সাম্যাবস্থানের ডানে-বামে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে (Simple Harmonic Motion → SHM) গতিশীল হবে।

$F_{not} = ma$

$\Rightarrow -kx = ma$

$\Rightarrow a = -\frac{k}{m}x$

$\Rightarrow a = -\omega^2 x$

$\therefore$ SHM এর ক্ষেত্রে $a \propto -x$, যার কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

SHM এর অন্তরক সমীকরণ: $a = -\omega^2 x \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$

$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

SHM এর অন্তরক সমীকরণ এর সমাধান: $x = A\sin(\underset{\substack{\downarrow \\ \text{rads}^{-1}}}{\omega}\underset{\substack{\downarrow \\ \text{s}}}{t} + \underset{\substack{\downarrow \\ \text{rad}}}{\delta})$

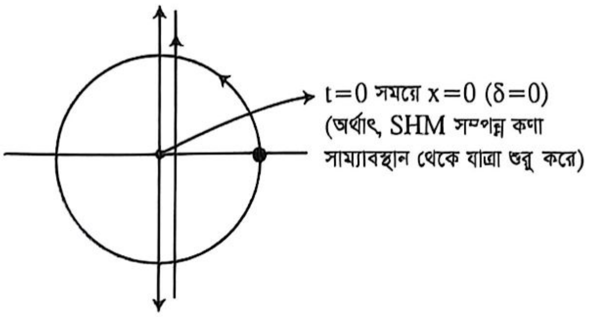
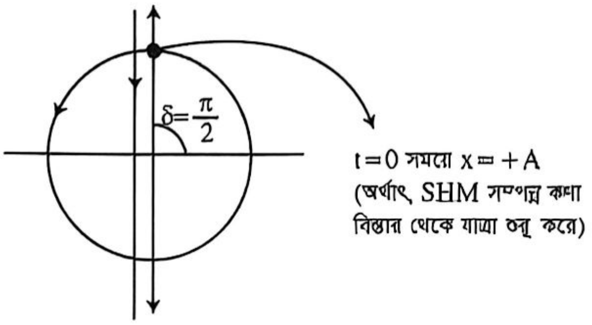
যেখানে,

A = S. H. M এর বিস্তার

ω = S. H. M এর কৌণিক কম্পাঙ্ক (একক rads^{-1})

δ = S. H. M এর আদি দশা (একক rad)

আদি দশা (δ):

Case-01	Case-02
$\delta = 0°$	$\delta = \frac{\pi}{2}$
 t=0 সময়ে x=0 (δ=0) (অর্থাৎ, SHM সম্পন্ন কণা সাম্যাবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে) $x = A\sin(\omega t + \delta)$ সাম্যাবস্থান থেকে যাত্রা শুরু হলে, $t = 0$ তে $x = 0$ $\therefore 0 = A\sin(\omega \times 0 + \delta)$ $\Rightarrow \delta = 0$ $\therefore$ S.H.M এর সমীকরণ: $\boxed{x = A\sin\omega t}$	 $\delta = \frac{\pi}{2}$ t=0 সময়ে x = +A (অর্থাৎ, SHM সম্পন্ন কণা বিস্তার থেকে যাত্রা শুরু করে) $x = A\sin(\omega t + \delta)$ বিস্তার থেকে যাত্রা শুরু হলে, $t = 0$ তে $x = A$ $\therefore A = A\sin(\omega \times 0 + \delta)$ $\Rightarrow \delta = \frac{\pi}{2}$ $\therefore$ S.H.M এর সমীকরণ: $\boxed{x = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = A\cos\omega t}$

বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\{A\sin(\omega t + \delta)\} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$

আদি দশা, $\delta = 0$ হলে, $v = \omega A\cos\omega t$

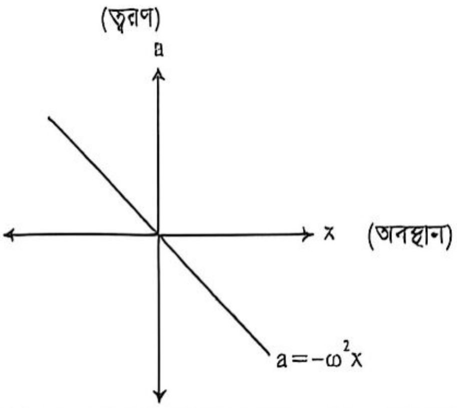
সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A$

বেগের মান, $|v| = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

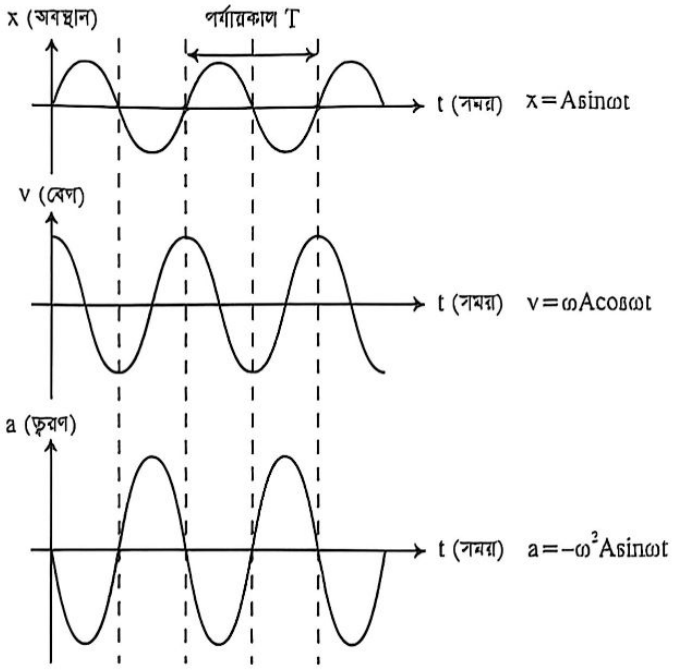
ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 \underbrace{A\sin(\omega t + \delta)}_{x} = -\omega^2 x$

ত্বরণের মান, $|a| = \omega^2 x$

সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = -\omega^2 A$; $|a_{max}| = \omega^2 A$



অবস্থান, বেগ ও ত্বরণের গ্রাফ:



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার আদি সরণ বিস্তারের অর্ধেক হলে, আদি দশা কত? [BUET'24-25]

(a) $\frac{\pi}{6}$ (b) $\frac{\pi}{3}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) $\frac{3\pi}{4}$ ⓐ

Solⁿ: $x = A\sin(\omega t + \delta)$

আদি দশার জন্য, $x = \frac{A}{2}, t = 0$

$\therefore \frac{A}{2} = A\sin\delta \Rightarrow \delta = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{6}$

02. সরল দোলগতিতে চলমান একটি বস্তুর সর্বোচ্চ ত্বরণ $15\pi\ ms^{-2}$ এবং সর্বোচ্চ গতি $10\ ms^{-1}$। সরল দোলগতির সময়কাল নির্ণয় করো। [KUET'24-25]

(a) 0.4 sec (b) 1.33 sec (c) 0.67 sec
(d) 0.33 sec (c) 15π sec ⓑ

Solⁿ: $a_{max} = A\omega^2 = 15\pi\ ms^{-2}$

$v_{max} = A\omega = 10\ ms^{-1} \therefore \omega = \frac{15\pi}{10} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{15\pi}{10}$

$T = \frac{20}{15} = \frac{4}{3} = 1.33$ sec

03. $4\frac{d^2y}{dt^2} + 16y = 0$ সরল ছন্দিত গতির সমীকরণ হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত?

[BUET'24-25; RUET'24-25; BUETEX'18-19]

(a) $4\ rad\ s^{-1}$ (b) $16\ rad\ s^{-1}$
(c) $4\ rad^{-1}\ s$ (d) $2\ rad\ s^{-1}$
(e) $2\ rad^{-1}\ s$ ⓓ

Solⁿ: $4\frac{d^2y}{dt^2} + 16y = 0$

$\Rightarrow \frac{d^2y}{dt^2} + 4y = 0 \therefore \omega^2 = 4$

$\Rightarrow \omega = 2\ rad\ s^{-1}$

04. একটি সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার সরণের সমীকরণ, $y = 10\sin(6\pi t + \frac{\pi}{12})$ কণাটির কম্পাঙ্ক কত?

[BUET'23-24]

(a) 10 Hz (b) 6 Hz
(c) 3 Hz (d) 12 Hz ⓒ

Solⁿ: $y = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে,

$\omega = 6\pi \Rightarrow 2\pi f = 6\pi \Rightarrow f = \frac{6\pi}{2\pi} = 3$ Hz

05. সমান বিস্তার এবং কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট দুইটি কণা একই সরলরেখায় সরল দোলন (SHM) প্রদর্শন করে। বিপরীত দিকে যাওয়ার সময় যখন তারা একে অপরকে অতিক্রম করে তখন তাদের সরণ বিস্তারের অর্ধেক হয়। কণা দুইটির মধ্যে দশা পার্থক্য কত? **[CKRUET'23-24]**

(a) 120° (b) 0° (c) 180°
(d) 45° (e) 90° ⓐ

Solⁿ: $x_1 = A\sin(\omega t + \delta_1) \Rightarrow \frac{A}{2} = A\sin(\omega t + \delta_1)$

$\therefore \omega t + \delta_1 = \frac{\pi}{6}$

$x_2 = A\sin(\omega t + \delta_2) \Rightarrow \frac{A}{2} = A\sin(\omega t + \delta_2)$

$\Rightarrow \omega t + \delta_2 = \pi - \frac{\pi}{6} = \frac{5\pi}{6}$

$\therefore$ দশা পার্থক্য $= \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{6} = \frac{4}{6}\pi = \frac{2}{3}\pi = 120°$

06. 6.2 m বিস্তার ও 0.32 ms^{-1} সর্বোচ্চ বেগবিশিষ্ট কোনো সরল দোলকের কম্পাঙ্ক: **[BUET'21-22; KUET'16-17, 11-12]**

(a) 0.82 s^{-1} (b) 0.082 s^{-1}
(c) 0.0082 s^{-1} (d) 0.8 s^{-1} ⓒ

Solⁿ: $v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega = \frac{v_{max}}{A} = \frac{0.32}{6.2}$

$\Rightarrow \omega = \frac{8}{155} = 2\pi f$

$\Rightarrow f = 8.2 \times 10^{-3}\ s^{-1}$

07. A particle moves with simple harmonic motion in a straight line. In first τ s, after starting from rest it travels a distance a, and in next τ s it travels 2a, in same direction, then: (একটি কণা সরলরেখায় সরল ছন্দিত গতিতে চলতে শুরু করে। শুরুতে স্থির অবস্থান থেকে প্রথম τ s সময়ে এটি a দূরত্ব অতিক্রম করে, এবং পরবর্তী τ s সময়ে একই দিকে এটি 2a দূরত্ব অতিক্রম করে। তাহলে:) **[IUT'22-23]**

(a) amplitude of motion is 4a
(b) time period of oscillations is 6τ
(c) amplitude of motion is 3a
(d) time period of oscillations is 8τ ⓑ

Solⁿ: $x = A\cos\omega t$ [স্থির অবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে]

$A - a = A\cos\omega\tau \Rightarrow \cos\omega\tau = \frac{A-a}{A}$ ……… (i)

Similarly, $A - 3a = A\cos 2\omega\tau$ [(i) হতে]

$\Rightarrow 2\cos^2\omega\tau - 1 = \frac{A-3a}{A}$

$\Rightarrow 2 \times \left(\frac{A-a}{A}\right)^2 - 1 = \frac{A-3a}{A}$

$\Rightarrow 2(A^2 - 2aA + a^2) - A^2 = A^2 - 3aA$

$\Rightarrow aA = 2a^2 \therefore A = 2a$ [(i) হতে]

$\therefore 2a - a = 2a\cos\omega\tau$

$\Rightarrow \cos\omega\tau = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega\tau = \frac{\pi}{3} \therefore T = 6\tau$

08. An object is tied to the end of a spring and it is undergoing simple harmonic motion with an amplitude of 12 cm and a period of 1.7 sec. Determine the maximum acceleration. (একটি বস্তু স্প্রিংয়ের এক প্রান্তে বাঁধা আছে এবং এটি 12 cm বিস্তার ও 1.7 sec পর্যায়কাল নিয়ে সরল ছন্দিত গতিতে আছে। সর্বোচ্চ ত্বরণ কত হবে?) **[IUT'22-23]**

(a) 0.68 ms^{-2} (b) 0.44 ms^{-2}
(c) 1.2 ms^{-2} (d) 1.64 ms^{-2} ⓓ

Solⁿ: $a = -\omega^2 A = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \times A$

$= -\left(\frac{2\pi}{1.7}\right)^2 \times 0.12 = -1.639\ ms^{-2}$

09. A spring has the property that it changes its length by 10 cm if 100 N force is applied to the spring. This spring is used in a test. In this test, an object of 1.5 kg is tied to the spring and it is undergoing a simple harmonic motion. Determine the frequency of the motion in the test. (একটি স্প্রিংয়ের বৈশিষ্ট্য হলো, এতে 100 N বল প্রয়োগ করলে এটি 10 cm প্রসারিত হয়। এই স্প্রিংটি একটি পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয়েছে। সেই পরীক্ষায় 1.5 kg ভরের একটি বস্তু স্প্রিংয়ে বাঁধা রয়েছে এবং এটি সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল আছে। পরীক্ষায় গতির কম্পাঙ্ক কত হবে?) **[IUT'22-23]**

(a) 4.11 Hz (b) 8.42 Hz
(c) 3 Hz (d) 25.82 Hz ⓐ

Solⁿ: $F = kx \Rightarrow k = \frac{100}{0.1} = 1000\ Nm^{-1}$

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{1000}{1.5}} \therefore f = 4.109$ Hz

10. একটি ওজন মাপার স্প্রিং নিক্তির উপর দাঁড়ানোর পর তুমি লক্ষ্য করলে যে সাম্যাবস্থায় আসার পূর্বে নিক্তির কাঁটাটি সাম্যাবস্থার দুইপাশে কয়েকবার দোল খায়। দোলনকাল 0.8 sec হলে এবং তোমার ভর 64 kg হলে নিক্তির স্প্রিং ধ্রুবক কত? **[CKRUET'21-22]**

(a) 3747.00 N/m (b) 3848.00 N/m
(c) 3947.84 N-m (d) 3947.84 N/m
(e) 3497.84 N/m ⓓ

Solⁿ: $k = m\omega^2 = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 64 \times \left(\frac{2\pi}{0.8}\right)^2\ Nm^{-1}$

$= 3947.84176\ Nm^{-1}$

11. সাম্যাবস্থান থেকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার কী পরিমাণ সরণ হলে কণাটির বেগ সর্বোচ্চ বেগের অর্ধেক হবে? **[BUET'21-22; CKRUET'21-22, 20-21]**

(a) $\pm\frac{A}{2}$ (b) $\pm\frac{A}{\sqrt{2}}$ (c) $\pm A\sqrt{2}$
(d) $\pm\frac{\sqrt{3}}{2}A$ (e) $\pm\frac{2}{\sqrt{3}}A$ ⓓ

Solⁿ: $\frac{\omega A}{2} = \omega\sqrt{A^2-x^2} \Rightarrow \frac{A^2}{4} = A^2 - x^2$

$\Rightarrow x^2 = \frac{3A^2}{4} \therefore x = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}A$

12. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন একটি বস্তুর বেগ যখন $3\ ms^{-1}$ সরণ তখন 4 m। আবার, বেগ যখন $4\ ms^{-1}$ সরণ তখন 3 m। দোলনের বিস্তার ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর। **[CKRUET'20-21]**

(a) 5 m, 6.28 sec (b) 5 m, 628 sec
(c) 5 m, 62.8 sec (d) 5.25 m, 6.28 sec
(e) 5.5 m, 6.28 sec ⓐ

Solⁿ: $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$3 = \omega\sqrt{A^2 - 4^2}$ ……… (i)

$4 = \omega\sqrt{A^2 - 3^2}$ ……… (ii)

$\frac{(i)^2}{(ii)^2} \Rightarrow \frac{9}{16} = \frac{A^2-16}{A^2-9}$

$\Rightarrow 9A^2 - 81 = 16A^2 - 256$

$\Rightarrow 7A^2 = 175$

$\Rightarrow A^2 = 25$

$\Rightarrow A = 5m$

$\therefore \omega = \frac{3}{\sqrt{5^2-4^2}} = \frac{3}{\sqrt{9}} = \frac{3}{3} = 1\ rads^{-1}$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi = 6.28s$

13. When a person of mass 70 kg enters into a car, then center of gravity of the car descends by 0.4 cm. If mass of the car is 1000 kg, then calculate the frequency of vibration of the car when it is empty. (যখন 70 kg ভরের একজন ব্যক্তি একটি গাড়িতে ওঠে, তখন গাড়ির ভারকেন্দ্র 0.4 cm নিচে নেমে যায়। যদি গাড়ির ভর হয় 1000 kg, তাহলে খালি অবস্থায় গাড়ির কম্পাঙ্ক কত হবে?) **[IUT'20-21]**

(a) $1.085\ s^{-1}$ (b) $2.085\ s^{-1}$
(c) $2.485\ s^{-1}$ (d) $1.185\ s^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $mg = ke \Rightarrow 70 \times 9.8 = k \times (0.4 \times 10^{-2})$

$\Rightarrow k = 1.715 \times 10^5\ Nm^{-1}$

$\therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_{car}}} = 2.085\ s^{-1}$

14. A particle performs simple harmonic motion with amplitude A. Its angular speed is tripled at the instant that it is at a distance $\frac{2A}{3}$ from equilibrium position. The new amplitude of the motion is- (একটি কণা A বিস্তার নিয়ে সরল ছন্দিত গতিতে চলছে। যখন এটি সাম্যাবস্থান থেকে $\frac{2A}{3}$ দূরত্বে অবস্থান করছে, তখন এর কৌণিক বেগ তিনগুণ করা হয়। এই গতির নতুন বিস্তার কত হবে?) **[IUT'19-20]**

(a) 3A (b) $A\sqrt{3}$
(c) $\frac{7A}{3}$ (d) $\frac{A}{3}\sqrt{41}$ ⓒ

Solⁿ: $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

At, $x = \frac{2A}{3}$ then $v = \omega\sqrt{A^2 - \frac{4A^2}{9}} = \frac{\omega}{3}\sqrt{5A^2}$

Now, the speed got tripled, so the new amplitude $= A'$

$\omega\sqrt{(A')^2 - \frac{4A^2}{9}} = 3.\frac{\omega}{3}\sqrt{5A^2}$

$\Rightarrow \sqrt{(A')^2 - \frac{4A^2}{9}} = \sqrt{5A^2}$

$\Rightarrow (A')^2 = 5A^2 + \frac{4A^2}{9}$

$\Rightarrow A'^2 = A^2\left(\frac{45+4}{9}\right)$

$\Rightarrow A' = \frac{7A}{3}$ **(Ans.)**

15. A student measures the maximum speed of a block undergoing simple harmonic oscillations of amplitude A on the end of an ideal spring. If the block is replaced by one with twice the mass but the amplitude of its oscillations remains the same, then the maximum speed of the block will- (একজন শিক্ষার্থী একটি আদর্শ স্প্রিং-এর প্রান্তে সংযুক্ত ব্লকের A বিস্তারযুক্ত সরল ছন্দিত দোলনের সর্বোচ্চ বেগ পরিমাপ করে। যদি ব্লকটি সরিয়ে তার জায়গায় দ্বিগুণ ভরের একটি ব্লক স্থাপন করা হয়, কিন্তু দোলনের বিস্তার একই রাখা হয়, তবে ব্লকটির সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?) **[IUT'18-19]**

(a) decrease by a factor of 4
(b) decrease by a factor of 2
(c) decrease by a factor of $\sqrt{2}$
(d) remain the same ⓒ

Solⁿ: $k = m\omega^2 \therefore m_1\omega_1^2 = m_2\omega_2^2$

[উভয় ক্ষেত্রে একই স্প্রিং ব্যবহৃত হয়েছে] ; $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

$\therefore \omega_2 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\omega_1 = \sqrt{\frac{m_1}{2m_1}}\omega_1 = \frac{\omega_1}{\sqrt{2}}$

এখন, $v_{max} = \omega A \therefore v_{max(1)} = \omega_1 A = \sqrt{2}\omega_2 A$

$= \sqrt{2}\, v_{max\,(2)} \therefore v_{max\,(2)} = \frac{v_{max\,(1)}}{\sqrt{2}}$

16. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি বস্তুর বিস্তার 0.01m এবং কম্পাঙ্ক 12Hz । বস্তুটির সরণ $5 \times 10^{-3}m$ হলে এর গতিবেগ কত? **[KUET'17-18]**

(a) $0.755\ ms^{-1}$ (b) $65.3\ cms^{-1}$
(c) $6.52\ ms^{-1}$ (d) $66.22\ cms^{-1}$
(e) $0.564\ ms^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 2\pi f\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 2\pi \times 12 \times \sqrt{0.01^2 - (5 \times 10^{-3})^2}$

$= 0.653\ ms^{-1} = 65.3\ cms^{-1}$

17. The displacement of a particle varies according to the relation $x = 4\,(\cos\pi t + \sin\pi t)$. The amplitude of the particle is- (একটি কণার সরণ নিম্নলিখিত সমীকরণ অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়: $x = 4\,(\cos\pi t + \sin\pi t)$। এই কণার বিস্তার কত?) **[IUT'17-18]**

(a) -4 (b) 4 (c) $4\sqrt{2}$ (d) 8 ⓒ

Sol^n: $x = 4(\cos\pi t + \sin\pi t)$

$= 4\sqrt{2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\cos\pi t + \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\pi t\right)$

$= 4\sqrt{2}\left(\sin\frac{\pi}{4}\cos\pi t + \cos\frac{\pi}{4}\sin\pi t\right)$

$= 4\sqrt{2}\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

∴ বিস্তার= $4\sqrt{2}$ একক **(Ans.)**

18. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ $y = 10\sin\left(12t - \frac{\pi}{3}\right)$ যেখানে y এর একক মিটার, t এর একক সেকেন্ড এবং দশার একক রেডিয়ান। 6.28 sec সময়ে বস্তুটির ত্বরণ কত? **[KUET'15-16]**

(a) $1.25\ \text{kms}^{-2}$ (b) $1.24\ \text{ms}^{-2}$

(c) $1.39\ \text{kms}^{-2}$ (d) $1.44\ \text{ms}^{-2}$

(e) $-26.30\ \text{ms}^{-2}$ ⓐ

Sol^n: $a = -\omega^2 x = -12^2 \times 10\sin\left(12t - \frac{\pi}{3}\right)$

$= -144 \times 10\sin\left(12 \times 6.28 - \frac{\pi}{3}\right)$

$= -1247.076\ \text{ms}^{-2}$

$= -1.247\ \text{kms}^{-2} \approx -1.25\ \text{kms}^{-2}$

19. সরল ছন্দিত গতিতে চলমান একটি বস্তুর সমীকরণ $Y = 10\sin\left(12t - \frac{\pi}{6}\right)$; এখানে Y এর একক মিটার, t এর একক সেকেন্ড এবং দশা ধ্রুবকের একক rad। বস্তুটির সর্বোচ্চ দ্রুতি কত? **[KUET'14-15, BUET'12-13]**

(a) 10ms^{-1} (b) $12\ \text{ms}^{-1}$ (c) $\frac{\pi}{6}\ \text{ms}^{-1}$

(d) $120\ \text{ms}^{-1}$ (d) $120\ \text{cm}^{-1}$ ⓓ

Sol^n: $\omega = 12\ \text{rads}^{-1}, A = 10\ \text{m}$

$v_{max} = \omega A = 120\ \text{ms}^{-1}$

20. A 50gm mass vibrating up and down at the end of a spring has its position given by $y = 0.150\sin 3t\ (m)$ for 't' is in second. What is the force acting on the mass to give this motion? (একটি 50 gm ভরের বস্তু একটি স্প্রিংয়ের প্রান্তে উপর-নিচ করে দুলছে, এবং তার অবস্থান $y = 0.150\sin(3t)\ (m)$ যেখানে, t হলো সেকেন্ডে। এই গতির জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল কত?) **[IUT'14-15]**

(a) $-0.0875\sin 3t\ (N)$ (b) $-0.0575\sin 3t\ (N)$

(c) $-0.0675\sin 3t\ (N)$ (d) $-0.675\sin 3t\ (N)$ ⓒ

Sol^n: $a = \frac{d^2y}{dt^2} = -0.15 \times 3^2\sin 3t\ \text{ms}^{-2}$

$\therefore F = ma = -0.05 \times 0.15 \times 9\sin 3t\ (N)$

$= -0.0675\sin 3t\ (N)$

21. সরল দোলনগতি সম্পন্ন একটি বস্তুর সরণের সাপেক্ষে ত্বরণের গ্রাফ হলো- **[BUTEX'14-15]**

(a) সরলরেখা (b) বৃত্ত

(c) উপবৃত্ত (d) অধিবৃত্ত ⓐ

Sol^n: $a = -\omega^2 x \Rightarrow y = mx$ যা সরলরেখার সমীকরণ।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো একটি স্প্রিং এর প্রান্তে 3.5 kg ভরের বস্তু ঝুলানো হলো। ঝুলানো বস্তুটির সাম্যাবস্থা হতে 25 cm সরণের জন্য এর উপর 50 N প্রত্যয়নী বল কাজ করে। বস্তুটি দুলতে শুরু করলে এর সরল ছন্দিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। **[BUET'25-26]**

Sol^n: প্রত্যয়নী বল, $F = ma = m\omega^2 x$

$\Rightarrow 50 = 3.5\omega^2 \times 0.25$

$\Rightarrow \omega = 7.56\ \text{rads}^{-1}$

$\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{7.56}{2\pi} = 1.203\ \text{Hz}$ **(Ans.)**

02. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন একটি বস্তুর বেগ $3\ \text{ms}^{-1}$ সরণ তখন 4 meter। আবার, বেগ যখন $4\ \text{ms}^{-1}$ সরণ তখন 3 meter। দোলনের বিস্তার ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর। **[MIST'24-25]**

সমাধান: আমরা জানি,

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$\therefore 3 = \omega\sqrt{A^2 - 4^2} \ldots\ldots (i)$

এবং $4 = \omega\sqrt{A^2 - 3^2} \ldots\ldots (ii)$

(i) ÷ (ii)

$\Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{\sqrt{A^2-4^2}}{\sqrt{A^2-3^2}} \Rightarrow \frac{9}{16} = \frac{A^2-16}{A^2-9}$

$\Rightarrow 16A^2 - 256 = 9A^2 - 81$

$\Rightarrow A^2 = 25 \Rightarrow A = 5\ \text{m}$ **(Ans.)**

এবং, $\omega = \frac{3}{\sqrt{A^2-4^2}} = \frac{3}{\sqrt{25-16}} = 1\ \text{rads}^{-1}$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{1} = 6.28\ \text{s}$ **(Ans.)**

03. একটি 55 g ভরের বাক্স একটি অনুভূমিক স্প্রিং ($k = 24\ \text{Nm}^{-1}$) এর সাথে আটকানো আছে। স্প্রিংটিকে তার সাম্যাবস্থা থেকে বামদিকে 8.6 cm সংকুচিত করে ছেড়ে দেওয়া হলো। যদি বাক্সটি সরল দোলনে স্পন্দিত হয়, (i) বাক্সটির দ্রুতি কত হবে যখন বাক্সটি সাম্যাবস্থা থেকে 5.1 cm দূরে অবস্থান করবে? (ii) বাক্সটির সর্বোচ্চ দ্রুতি কত হবে? **[BUET'22-23]**

Solⁿ: স্প্রিং ধ্রুবক, $k = m\omega^2$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{24}{0.055}}$

$\therefore \omega = 20.89\ \text{rads}^{-1}$

এখানে,
স্প্রিং ধ্রুবক,
$k = 24\ \text{Nm}^{-1}$
বস্তুর ভর,
$m = 55\text{g} = 0.055\ \text{kg}$

(i) $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 20.89 \times \sqrt{(0.086)^2 - (0.051)^2}$

$\therefore v = 1.447\ \text{ms}^{-1}$

এখানে,
$\omega = 20.89\ \text{rads}^{-1}$
$A = 8.6\ \text{cm}$
$= 0.086\ \text{m}$
$x = 5.1\ \text{cm}$
$= 0.051\ \text{m}$

(ii) $v_{max} = A\omega$

$= 0.086 \times 20.89$

$= 1.797\ \text{ms}^{-1}$

এখানে,
$A = 0.086\ \text{m}$
$\omega = 20.89\ \text{rads}^{-1}$

04. 1.00×10^{-20} kg ভরের একটি কণার সরল ছন্দিত গতির দোলনকাল 1.00×10^{-5} s এবং তার সর্বোচ্চ গতিবেগ $1.00 \times 10^{3}\ \text{ms}^{-1}$। কণাটির (a) কৌণিক কম্পাঙ্ক এবং (b) সর্বোচ্চ সরণ নির্ণয় কর। **[BUET'18-19]**

Solⁿ: (a) $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1\times10^{-5}} = 200000\pi\ \text{rads}^{-1}$

(b) $v_{max} = \omega A \Rightarrow 1.00 \times 10^3 = 200000\pi A$

$A = 1.5915 \times 10^{-3}\text{m}$ **(Ans.)**

05. সরল ছন্দিত স্পন্দনের পর্যায়কাল 12 sec হলে সাম্যাবস্থান হতে উহার বিস্তারের অর্ধেক সরণে কত সময় লাগবে? **[BUTEX'18-19]**

Solⁿ: $T = 12s;\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12}\ \text{rads}^{-1} = \frac{\pi}{6}\ \text{rads}^{-1}$

$\frac{A}{2} = A\sin(\omega t) \Rightarrow \frac{1}{2} = \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$

$\frac{\pi}{6}t = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{6}$

$\therefore t = 1\ \text{sec}$

06. একটি লাউড স্পিকারের শঙ্কু (cone) 262 Hz কম্পাঙ্কে সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত হয়। শঙ্কুর কেন্দ্রের বিস্তার $A = 1.5 \times 10^{-4}\text{m}$ এবং $t = 0$ সময়ে সরণ $x = A$ হয়। শঙ্কুর কেন্দ্রের গতি বর্ণনাকারী সমীকরণটি নির্ণয় কর। শঙ্কুর বেগ ও ত্বরণকে সময়ের ফাংশন হিসাবে প্রকাশ কর। **[BUET'14-15]**

Solⁿ: আমরা জানি, $x = A\sin(2\pi ft + \delta)$

[দেওয়া আছে, $f = 262\text{Hz}$ & $A = 1.5 \times 10^{-4}\text{m}$]

$t = 0$ তে, $x = A\sin(\delta)$

$\Rightarrow A = A\sin(\delta)$

$\Rightarrow \sin(\delta) = 1$

$\therefore \delta = \frac{\pi}{2}$

$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 262 = 524\pi$

$\therefore x = 1.5 \times 10^{-4}\sin\left(524\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ **(Ans.)**

$\therefore v = \frac{d}{dt}(x) = 524\pi A\cos\left(524\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$= 0.2469\cos\left(524\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ **(Ans.)**

$\therefore a = \frac{d}{dt}(v) = -524^2 \cdot \pi^2 \cdot A\sin\left(524\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$= -406.495\sin\left(524\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ **(Ans.)**

07. যখন 1kg আদর্শ ভর একটি চলমান প্লাটফর্মের উপর রাখা হ তখন তার স্পন্দনের হার 125 vib min^{-1}। কত অজানা ভরে জন্য স্পন্দনের হার 243 vib min^{-1} হবে? চলমান প্লাটফর্মে ভর অগ্রাহ্য কর। **[BUET'10-11]**

Solⁿ: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

$\therefore f \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

$\Rightarrow \frac{243}{125} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

$\therefore m_2 = 0.2646\text{kg}$ **(Ans.)**

08. একটি বস্তুর সরল ছন্দিত গতি $x = 6.0\cos(3\pi t + \pi/3)$ m সমীকরণ দ্বারা বিবৃত করা যায়।

$t = 2\text{sec}$ সময়ে (i) সরণ (ii) বেগ এবং (iii) ত্বরণ বের কর।

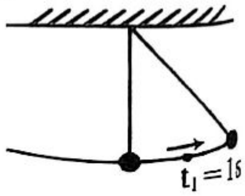
[RUET'03-04, BUET'00-01]

Solⁿ: (i) $x = 6.0\cos\left(3\pi \times 2 + \frac{\pi}{3}\right)\text{m} = 3\text{m}$ **(Ans.)**

(ii) $v = \frac{dx}{dt} = -6$

$\times 3\pi\sin\left(3\pi \times 2 + \frac{\pi}{3}\right)$

$= -48.97\text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

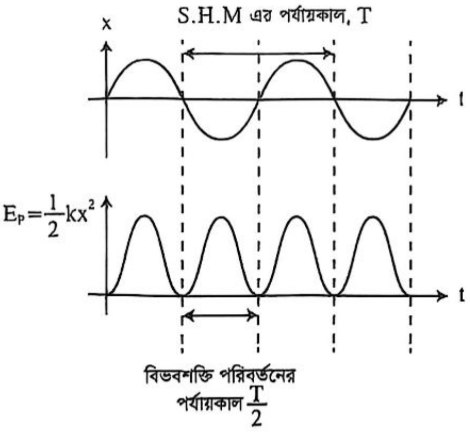
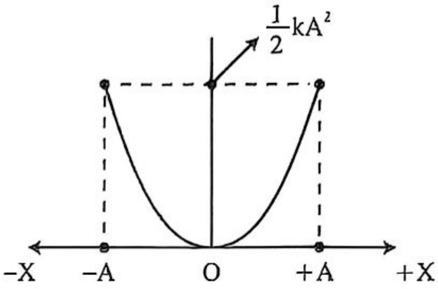
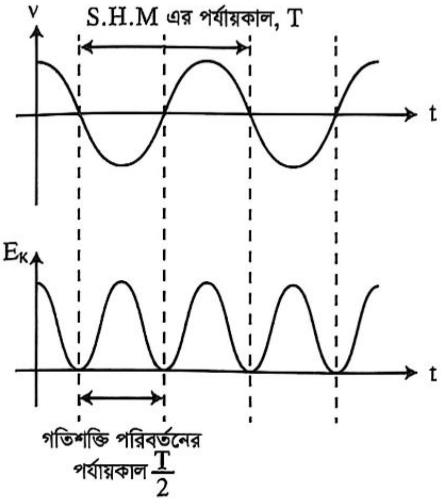
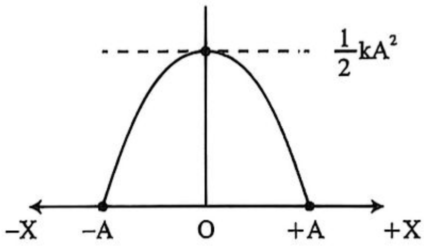
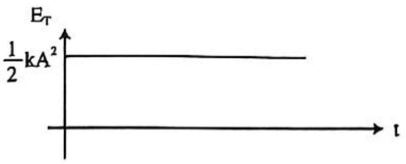
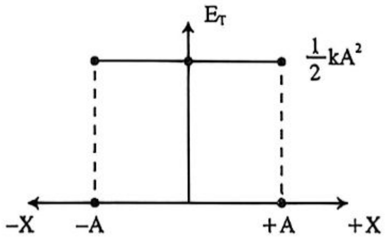


(iii) $a = -6 \times 3\pi \times 3\pi\cos\left(3\pi \times 2 + \frac{\pi}{3}\right)$

$= -266.48\text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

T-02: সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির শক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

	সময়ের ফাংশন হিসেবে ($\delta = 0$ এর ক্ষেত্রে)	অবস্থানের ফাংশন হিসেবে
বিভবশক্তি, E_p	$x = A\sin\omega t$ $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t = \frac{1}{2}kA^2\sin^2\omega t$  	$E_p = \frac{1}{2}kx^2$ $E_{p_{max}} = \frac{1}{2}kA^2$ [$x_{max} = \pm A$] 
গতিশক্তি, E_k	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ $= \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2\omega t$ $= \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t$  	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ $= \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$ $= \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$ $E_{k_{max}} = \frac{1}{2}kA^2$ [যখন $x = 0$ অর্থাৎ সাম্যাবস্থান] 
মোট শক্তি, E_T	$E_T = E_p + E_k = \frac{1}{2}kA^2\sin^2\omega t + \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t$ $= \frac{1}{2}kA^2$  	$E_T = E_p + E_k = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kA^2$ 

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. $x = 2$ cm তে স্থিতিশক্তি গতিশক্তির $\frac{1}{3}$ গুণ হলে বিস্তার কত? **[BUET'22-23]**

(a) 3 cm (b) 4 cm (c) 6 cm (d) 8 cm ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$\Rightarrow x^2 = \frac{1}{3}A^2 - \frac{x^2}{3}$

$\Rightarrow x^2\left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3}A^2$

$\Rightarrow x^2 \times \frac{4}{3} = \frac{1}{3}A^2$

$\Rightarrow A = 2x = 2 \times 2 = 4$ cm

02. $2ms^{-1}$ বেগে চলন্ত 4kg ভরের একটি বস্তু, স্প্রিংযুক্ত ভরশূন্য ও $100Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন বাম্পারের সঙ্গে সংঘর্ষ হয়। স্প্রিংটির সর্বোচ্চ সংকোচন হল- **[BUTEX'16-17]**

(a) 0.4m (b) 0.8m (c) 1.6m (d) 2.0m ⓐ

Sol^n: বস্তুটির সমস্ত গতিশক্তি স্প্রিং-এ জমা হয়।

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{mv^2}{k}} = \sqrt{\frac{4 \times 2^2}{100}} = 0.4m$

03. একটি স্প্রিং এর 2cm সংকোচনের ফলে স্প্রিংটির বিভবশক্তি হয় U। যদি স্প্রিংটিকে 10cm সংকোচন করা হয় তাহলে স্প্রিং এর বিভবশক্তি হবে- **[BUTEX'14-15]**

(a) U/25 (b) U/5 (c) 5U (d) 25U ⓓ

Sol^n: $U = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{x_2^2}{x_1^2}$

$\Rightarrow \frac{U_2}{U} = \frac{10^2}{2^2}$

$\Rightarrow U_2 = 25U$

04. একটি বস্তু 4cm বিস্তারে সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন করছে। সাম্যাবস্থা থেকে কত দূরত্বে বস্তুটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি সমান হবে? **[BUET'13-14]**

(a) $\sqrt{2}$cm (b) $2\sqrt{2}$cm (c) 2cm (d) 1cm ⓑ

Sol^n: $E_k = E_p \Rightarrow \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kx^2$

$\therefore A^2 - x^2 = x^2$

$\therefore x = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$cm

Shortcut: সাম্যাবস্থান হতে $\frac{A}{\sqrt{2}}$ দূরত্বে গতিশক্তি ও বিভবশক্তি পরস্পর সমান।

05. 25N বল কোনো স্প্রিংকে টেনে 10 cm বৃদ্ধি করে। স্প্রিংকে 8 cm প্রসারিত করলে কত কাজ সম্পন্ন হয়? **[CUET'13-14]**

(a) 0.8J (b) 0.8 Nm
(c) both a & b (d) None of these ⓒ

Sol^n: $k = \frac{F}{x} = \frac{25}{0.1} = 250\ Nm^{-1}$

$W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 250 \times 0.08^2 = 0.8J = 0.8\ Nm$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার কোনো মুহূর্তে সরণ 3 cm, বিস্তার 6 cm, পর্যায়কাল 2 sec হলে, কণাটির ঐ বিন্দুতে বেগ কত? গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত কত? **[KUET'25-26]**

Sol^n: বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= \frac{2\pi}{T}\sqrt{A^2 - x^2} = \frac{2\pi}{2}\sqrt{0.06^2 - 0.03^2}$

$= 0.163242\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

$\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}k(A^2 - x^2)}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{A^2 - x^2}{x^2} = \frac{6^2 - 3^2}{3^2} = \frac{27}{9} = 3$

$\therefore E_k : E_p = 3:1$ **(Ans.)**

02. কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার বিস্তার 10cm। বায়ু প্রবাহের দরুন সাম্যাবস্থা থেকে 6cm সরণে বেগ পূর্বের অবস্থার দ্বিগুণ হলে পরিবর্তিত বিস্তার কত? **[BUET'23-24]**

Sol^n: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{A_1^2 - x^2}{A_2^2 - x^2}}$

$\Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{\left(\frac{10}{100}\right)^2 - \left(\frac{6}{100}\right)^2}{A_2^2 - \left(\frac{6}{100}\right)^2}}$

$\Rightarrow A_2 = 17.088$ cm **(Ans.)**

03. সরল দোল গতি সম্পন্ন একটি 0.1 kg ভরের কণার বিস্তার 0.1m। কণাটি যখন সাম্যাবস্থান অতিক্রম করে তখন এর গতিশক্তি 8×10^{-3}J হয়। দোলনের আদি দশা 45° হলে কণাটির গতির সমীকরণ বের কর। **[BUET'21-22]**

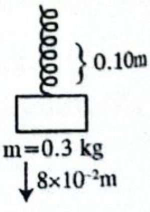
Sol^n: $E_k = 8 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = 8 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow \omega = 4\ rads^{-1}$

$y = A\sin(\omega t + \delta) \therefore y = 0.1\sin\left(4t + \frac{\pi}{4}\right)m$ **(Ans.)**

04. একটি স্প্রিংয়ের অগ্রভাগে 0.3 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু ঝুলানো হলে স্প্রিংটি 0.10 m লম্বা হয়। স্প্রিংটিকে এই সাম্যাবস্থা থেকে আরও 8×10^{-2}m লম্বা করে ছেড়ে দেয়া হলো। (i) বস্তুর মোট শক্তি কত? (ii) সাম্যাবস্থা থেকে 5×10^{-2}m দূরে অবস্থানকালে বস্তুটির বেগ কত? **[BUET'20-21]**



Sol^n: (i) বস্তুর মোট শক্তি $= \frac{1}{2}kA^2$

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{x} \cdot A^2$

$= \frac{1}{2} \times \frac{0.3 \times 9.8}{0.10} \times (8 \times 10^{-2})^2 m$

$= 0.094$ J

(ii) $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$

$\therefore \frac{1}{2} \times 0.3 \times v^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{0.3 \times 9.8}{0.10}\right) \times (5 \times 10^{-2})^2$

$= \frac{1}{2}\left(\frac{0.3 \times 9.8}{0.10}\right) \times (8 \times 10^{-2})^2$

$\therefore v = 0.618ms^{-1}$

05. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত একটি কণার পর্যায়কাল 4s এবং বিস্তার 4m। সাম্যাবস্থান অতিক্রম করার কত সময় পরে কণাটির শক্তির অর্ধেক স্থিতিশক্তি এবং বাকি অর্ধেক গতিশক্তি হবে? **[BUTEX'20-21]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার পর্যায়কাল, $T = 4s$ এবং বিস্তার, $A = 4m$

ধরি, সাম্যাবস্থান অতিক্রম করার t সময় পর গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি পরস্পর সমান হবে।

আদি দশা, $\delta = 0$

$E_k = E_p \Rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t) = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t)$

$\Rightarrow \cos^2(\omega t) - \sin^2(\omega t) = 0$

$\Rightarrow \cos(2\omega t) = 0 = \cos\frac{\pi}{2}$

$\therefore t = \frac{\pi}{4\omega} = \frac{\pi}{4\times\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{8} = 0.5\ s$

অর্থাৎ, প্রতিবার সাম্যাবস্থান অতিক্রম করার 0.5s পর সর্বপ্রথম কণাটির গতিশক্তি এর স্থিতিশক্তির সমান হবে।

Shortcut: $E_k = E_p$; When, $x = \frac{A}{\sqrt{2}}$

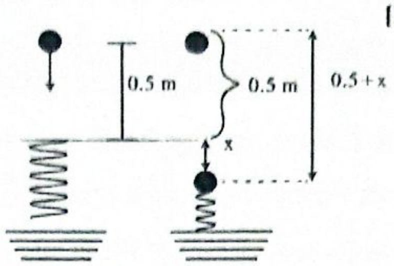
$\therefore \frac{A}{\sqrt{2}} = A\sin\left\{\frac{2\pi}{T}\times t\right\}$

$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \sin\left\{\frac{2\pi}{4}\times t\right\}$

$\Rightarrow t = 0.5\ sec$

06. 0.5m উচ্চতা হতে 2.5kg ভরের একটি বস্তু একটি স্প্রিং এর উপর পতিত হল। স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $1950Nm^{-1}$ হলে স্প্রিংটি সর্বাধিক কতটুকু সংকুচিত হবে নির্ণয় কর। **[BUTEX'19-20]**

Solⁿ:



মোট সরণ $= (0.5 + x)m$

$\therefore mg(0.5 + x) = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow 2.5\times9.8(0.5 + x) = \frac{1}{2}\times1950x^2$

$\Rightarrow 975x^2 - 24.5x - 12.25 = 0$

$\therefore x = 0.12535577m = 12.535577cm$ **(Ans.)**

07. যখন সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন একটি কণার অবস্থান (দূরত্ব) এর বিস্তারের অর্ধেক, তখন কণাটির মোট শক্তির কত অংশ গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি হবে? **[BUTEX'19-20]**

Solⁿ: মোট শক্তি $E_T = \frac{1}{2}kA^2$ [k = বল ধ্রুবক, A = বিস্তার]

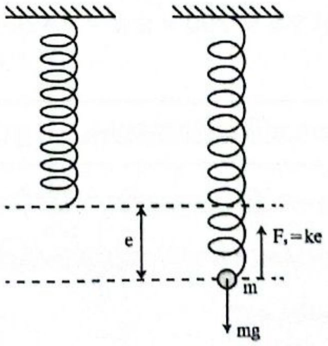
স্থিতিশক্তি $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times k\times\frac{A^2}{4} = \frac{1}{4}E_T$

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_k = E_T - E_p = \frac{3}{4}E_T$

$\therefore$ মোট শক্তির এক-চতুর্থাংশ স্থিতিশক্তি ও তিন চতুর্থাংশ গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

T-03: উল্লম্ব স্প্রিং

কনসেপ্ট রিভিউ



- উল্লম্বভাবে ঝুলানো স্প্রিং এর সাথে m ভরের বস্তু ঝুলানো হলে যদি স্প্রিংটির e পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে, $mg = ke \Rightarrow e = \frac{mg}{k}$
- উল্লম্ব স্প্রিং এর দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একদল শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে 500 gm ভরের একটি বস্তুকে তারের প্রান্তে আংটায় ঝুলিয়ে দোল দিল। তারা দেখল যে, এটি প্রতি সেকেন্ডে 0.5 বার স্পন্দিত হচ্ছে। বস্তুটির সরণ 5 cm এবং বিস্তার 10 cm। উক্ত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত বল বস্তুটির ওজনের কত গুণ হবে? **[CUET'25-26]**

(a) 0.025 (b) 0.05 (c) 0.5
(d) 0.0005 (e) 0.1 ⓑ

Solⁿ: বল ধ্রুবক, $k = \omega^2m = (2\pi f)^2\ m$

$= (2\pi\times0.5)^2\times\frac{500}{1000} = 4.935\ Nm^{-1}$

$\frac{W}{F} = \frac{mg}{kx} \Rightarrow \frac{W}{F} = \frac{0.5\times9.8}{4.935\times0.05} \Rightarrow \frac{W}{F} = 19.86$

$\Rightarrow \frac{F}{W} = 0.05 \Rightarrow F = 0.05\ W$

02. If a mass of 5 kg is hung at lower end of a spring, the spring elongates by 1 cm. If another 2 kg mass is attached to the lower end of the spring, then calculate the further increase of length of the spring. (যদি একটি 5 kg ভরের বস্তু একটি স্প্রিংয়ের নিচের প্রান্তে ঝোলানো হয়, তবে স্প্রিংটি 1 cm প্রসারিত হয়। যদি সেই স্প্রিংয়ের নিচের প্রান্তে আরও একটি 2 kg ভরের বস্তু সংযুক্ত করা হয়, তাহলে স্প্রিংটি আরও কতটা প্রসারিত হবে?) **[IUT'23-24, 21-22]**

(a) 0.2 cm (b) 0.6 cm
(c) 1.4 cm (d) 0.4 cm ⓓ

Sol^n: $mg = ke \Rightarrow k = \frac{5\times9.8}{0.01}$

$\therefore k = 4900\ Nm^{-1}$

$m'g = ke'$

$\Rightarrow e' = \frac{7\times9.8}{4900}$

$\therefore e' = 1.4$ cm

$\therefore \Delta e = 1.4 - 1 = 0.4$ cm

03. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে স্প্রিং থেকে ঝুলানো হল যার স্প্রিং ধ্রুবক 200 Nm^{-1}। স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি (স্প্রিং এর এক প্রান্ত আটকানো আছে) হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 0.05 m (b) 20.0 m
(c) 2.4 m (d) 0.49 m ⓓ

Sol^n: $10 \times 9.8 = 200 \times x; x = 0.49$m

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি স্প্রিং এর 10 cm প্রসারণে সঞ্চিত বিভবশক্তি 5 J;
(i) 2kg ভর ঝুলালে স্প্রিংটি কতটুকু প্রসারিত হবে?
(ii) দোলনকাল কত? **[KUET'25-26]**

Sol^n: (i) $U = \frac{1}{2}kx^2 = 5$

$\therefore k = \frac{10}{0.1^2} = 1000\ Nm^{-1}$

$\therefore$ 2kg ভর ঝুলালে,

$l = \frac{mg}{k} = \frac{2\times9.8}{1000}$

$= 0.0196$ m

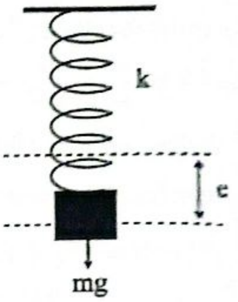
$= 1.96$ cm. **(Ans.)**

(ii) দোলনকাল,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{1000}}$

$= 0.281$ sec. **(Ans.)**

02. একটি স্প্রিং-এর এক প্রান্ত কোনো দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে ঝুলিয়ে দেয়া হলো। খোলা প্রান্তের সাথে 500 gm ভরের একটি ব্লক ঝুলিয়ে দেয়ার ফলে এটি 16 cm প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় এলো। একে সাম্যাবস্থান থেকে টেনে 8 cm প্রসারিত করে ছেড়ে দিলে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে দুলতে থাকে। ব্লকটির সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় করো। **[BUTEX'23-24]**



Sol^n: এখানে, $e = 16$ cm

$= 0.16$ m

$g = 9.8\ ms^{-2}$

$A = 0.08$ m

$mg = ke$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{e}$

$\Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{e}$

এখন, $v_{max} = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}}A$

$= \sqrt{\frac{g}{e}}A = \sqrt{\frac{9.8}{0.16}} \times 0.08$

$= 0.626\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

03. একটি স্প্রিং এর নিম্ন প্রান্তে m ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে দেয়া হল এবং তার ফলে স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য 6 cm বৃদ্ধি পেল। যদি বস্তুটিকে নিচের দিকে একটু টেনে ছেড়ে দেয়া হয়, তবে তার কম্পনের পর্যায়কাল নির্ণয় কর। **[BUTEX'21-22]**

Sol^n: দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $e = 6$ cm $= 0.06$ m,

$T = ?\ g = 9.8\ ms^{-2}$

$mg = ke$

$\Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{e}{g}$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

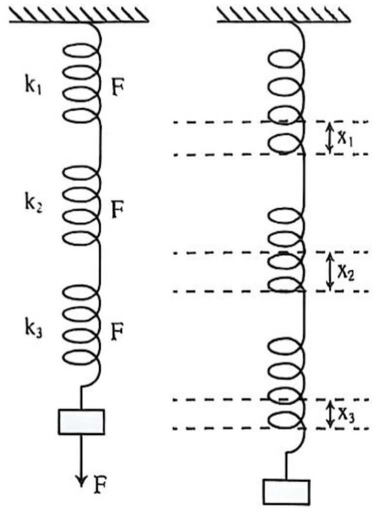
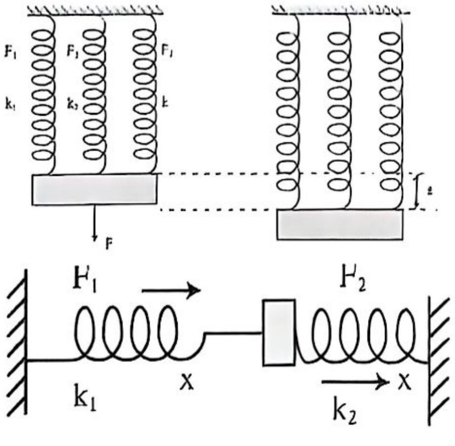
$= 2\pi\sqrt{\frac{0.06}{9.8}}$

$= 0.4916$ sec

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = 0.4916$ sec **(Ans.)**

T-04: স্প্রিং এর সমবায়

কনসেপ্ট রিভিউ

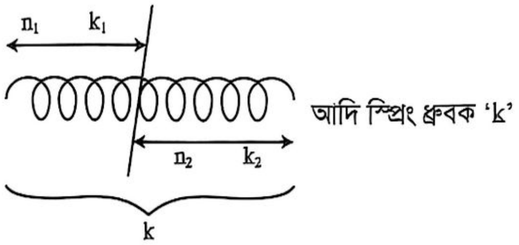
স্প্রিং এর সিরিজ/শ্রেণি সমবায়	স্প্রিং এর সমান্তরাল সমবায়
 k_1 F k_2 F k_3 F F x_1 x_2 x_3	 F_1 F_2 F_3 k_1 k_2 k_3 F x F_1 F_2 k_1 x x k_2
স্প্রিং সমবায়ের একপ্রান্তে বল (F) প্রয়োগ করা হলে, সবগুলো স্প্রিং একই পরিমাণ বল (F) অনুভব করে।	স্প্রিং সমবায়ের একপ্রান্তে F পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বলটি তিনটি স্প্রিং এর মধ্যে তাদের স্প্রিং ধ্রুবক অনুসারে (k_1, k_2, k_3) ভাগ হয়ে যায় (F_1, F_2, F_3)
স্প্রিং ধ্রুবকের মানের (k_1, k_2, k_3) ভিত্তিতে স্প্রিংগুলোর দৈর্ঘ্য প্রসারণ (x_1, x_2, x_3) ভিন্ন ভিন্ন হয়।	সবগুলো স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ একই হয় (x)।
$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$	$k_p = k_1 + k_2 + k_3$

একটি k স্প্রিং ধ্রুবকের স্প্রিংকে কেটে $n_1 : n_2$ অনুপাতে বিভক্ত করা:

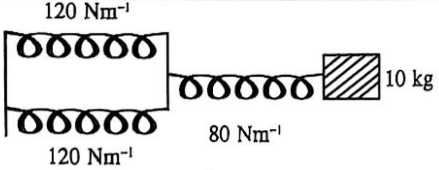
স্প্রিং ধ্রুবক $\propto \frac{1}{\text{স্প্রিং দৈর্ঘ্য}}$

$\therefore k_1 = \frac{k(n_1+n_2)}{n_1}$

$\therefore k_2 = \frac{k(n_1+n_2)}{n_2}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 

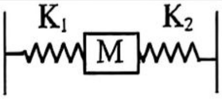
সম্পূর্ণ সিস্টেমের পর্যায়কাল কত? [BUET'22-23]

(a) 1.55 s (b) 2.56 s (c) 3.56 s (d) 4.50 s ⓑ

Sol^n: $k_{eq} = \frac{(120+120)80}{(120+120)+80}\ \text{Nm}^{-1}$

$= \frac{240\times80}{320}\text{Nm}^{-1} = 60\ \text{Nm}^{-1}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{eq}}} = 2\pi\sqrt{\frac{10}{60}}\ s = \frac{2\pi}{\sqrt{6}}s = 2.565\ s$

02. 

কম্পাঙ্ক কত? [BUET'21-22]

(a) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{M}{k_1+k_2}}$ (b) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{M}}$

(c) $2\pi\sqrt{\frac{M}{k_1+k_2}}$ (d) $2\pi\sqrt{\frac{k_1+k_2}{M}}$ ⓑ

Sol^n: সমবায়ের স্প্রিং ধ্রুবক,

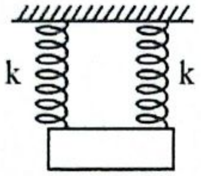
$k = k_1 + k_2$ [সমান্তরালে যুক্ত]

$\therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{M}}$

03. k স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন দুটি স্প্রিংকে সমান্তরাল যুক্ত করলে তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক প্রত্যেকটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবকের সাপেক্ষে কত হবে? [BUTEX'15-16]

(a) k (b) 2 k (c) $\frac{k}{2}$ (d) k^2 ⓑ

Sol^n:



সমান্তরালে যুক্ত করলে, $k_{eq} = \sum k$

$\therefore$ তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক $= k + k = 2k$

04. L দৈর্ঘ্য ও k স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং কে কেটে সমান চার টুকরা করা হলে প্রতি টুকরা স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক হবে- [BUET'10-11]

(a) $\frac{k}{4}$ (b) $\frac{k}{2}$ (c) 2k (d) 4k ⓓ

Sol^n: স্প্রিংকে কেটে সমান যত টুকরা করা হয়, প্রতিটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক মূল স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবকের তত গুণ হয়।

বিকল্প: স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য l হলে kl = ধ্রুবক। তাহলে,

$kl = k_1 \times \frac{l}{4} \Rightarrow k_1 = 4k$

T-05: সরল দোলক

কনসেপ্ট রিভিউ

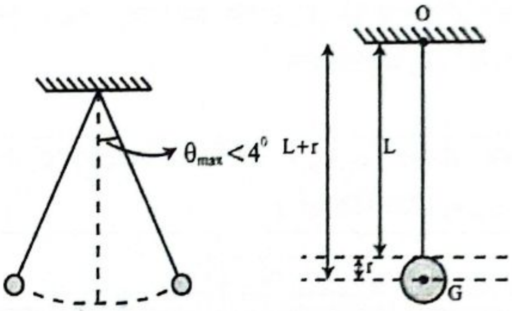
শর্ত: কৌণিক বিস্তার $(\theta_{max}) < 4°$

দোলনকাল: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

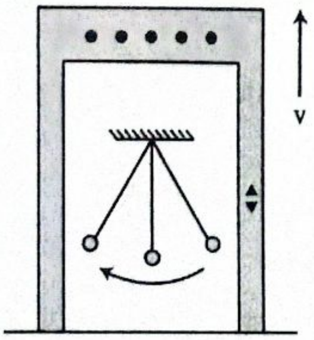
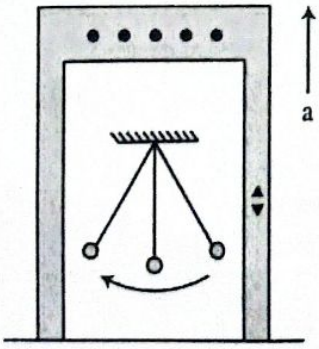
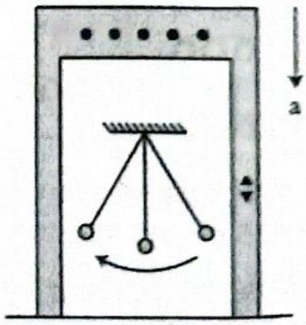
$L =$ সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য

$=$ ঝুলনবিন্দু (O) থেকে ববের ভরকেন্দ্রের (G) দূরত্ব

$= l$(সুতার দৈর্ঘ্য) + r(ববের ব্যাসার্ধ)



- একটি নির্দিষ্ট স্থানে $T \propto \sqrt{L}$; [g constant]
- ভিন্ন ভিন্ন স্থানে, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ [প্রশ্নে L নিয়ে কিছু বলা না থাকলে L constant ধরা হয়]
- সরল দোলকের দোলনকাল দুইটি ভিন্ন ভিন্ন অবস্থানে একই হলে, $L \propto g$
- বিভিন্ন ক্ষেত্রে সরল দোলকের দোলনকাল (T):

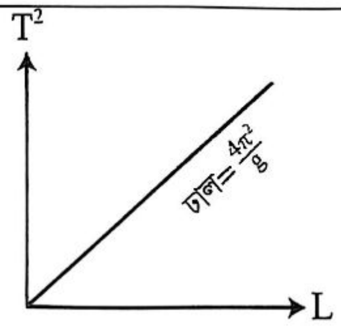
সমবেগে গতিশীল লিফট	লিফটের ত্বরণ উপরের দিকে	লিফটের ত্বরণ নিচের দিকে
 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+a}}$	 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g-a}}$

◆ সরল দোলকের T^2 বনাম L গ্রাফ:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$$

$$\Rightarrow T^2 = \underbrace{\boxed{\frac{4\pi^2}{g}}}_{\text{ঢাল}} L$$



◆ সেকেন্ড দোলক ধীরে চলা/আস্তে চলা:

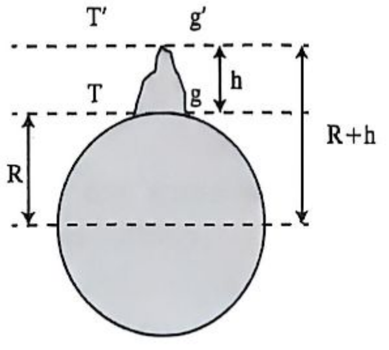
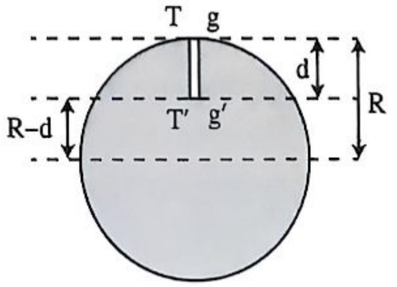
	স্বাভাবিক সেকেন্ড দোলক	ধীরে চলা ত্রুটিপূর্ণ সেকেন্ড দোলক	দ্রুত চলা ত্রুটিপূর্ণ সেকেন্ড দোলক
দোলনকাল	$T = 2$ sec	$T' > 2$ sec	$T' < 2$ sec
অর্ধদোলনকাল	$T_{\frac{1}{2}} = 1$ sec	$T'_{\frac{1}{2}} > 1$ sec	$T'_{\frac{1}{2}} < 1$ sec
1s এ অর্ধদোলন সংখ্যা	1টি	1টির কম (ঘড়ি slow)	1টির বেশি (ঘড়ি fast)
সময় হারানো/সময় লাভ	সময় হারায় না বা লাভ করে না। 1 দিন/ 86400s এ 86400 বার অর্ধদোলন দেয়।	দিনে x sec ধীরে চলে সময় হারায় অর্থাৎ, 1 দিন/86400s এ x সংখ্যক অর্ধদোলন কম দেয়।	দিনে x sec দ্রুত চলে সময় লাভ করে। অর্থাৎ, 1 দিন/86400s এ x সংখ্যক অর্ধদোলন বেশি দেয়।
দিনে (86400s এ) অর্ধদোলন সংখ্যা	86400	86400 − x	86400 + x
দোলনকাল এর হিসাব	2 sec	একবার অর্ধদোলন এর সময় $\frac{86400}{86400-x}$ একবার পূর্ণদোলন এর সময় $\frac{2\times86400}{86400-x}$ $\therefore T' = \frac{2\times86400}{86400-x}$ sec	একবার অর্ধদোলন এর সময় $\frac{86400}{86400+x}$ একবার পূর্ণদোলন এর সময় $\frac{2\times86400}{86400+x}$ $\therefore T' = \frac{2\times86400}{86400+x}$ sec

দিনে (86400s) x sec সময় লাভ/হারানো এর ক্ষেত্রে, $T = \frac{2\times86400}{86400\pm x}$

ঘণ্টায় (3600s) x sec সময় লাভ/হারানো এর ক্ষেত্রে, $T = \frac{2\times3600}{3600\pm x}$

‘t’ সেকেন্ডে x sec সময় লাভ/হারানো এর ক্ষেত্রে, $T = \frac{2\times t}{t\pm x}$

◆ সরল দোলকের সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা ও খনির গভীরতা নির্ণয়:

পাহাড়ের উচ্চতা	খনির গভীরতা
	

Written এ আসলে এখান থেকে শুরু করবে	Written এ আসলে এখান থেকে শুরু করবে
পৃষ্ঠে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ উচ্চতায়, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}}$ $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{g\times\left(\frac{R}{R+h}\right)^2}}$ $\therefore \frac{T'}{T} = 1 + \frac{h}{R}$ $\boxed{h = \left(\frac{T'}{T} - 1\right)R}$	পৃষ্ঠে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ গভীরতায়, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}}$ $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{g\times\left(1-\frac{d}{R}\right)}}$ $\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{d}{R}}} \Rightarrow \left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \frac{1}{1-\frac{d}{R}}$ $\boxed{d = R\left[1 - \left(\frac{T}{T'}\right)^2\right]}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি সরল পেন্ডুলাম 1 min এ 30 টি দোলন সম্পন্ন করে। যদি মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ 9.8 ms^{-2} হয়, তাহলে পেন্ডুলামের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[CUET'25-26]**
(A simple pendulum executes 30 oscillations in 1 min. If the acceleration due to gravity is 9.8 ms^{-2}, find the length of the pendulum.)
(a) 79 cm (b) 69 cm (c) 109 cm
(d) 89 cm (e) 99 cm ⓔ

Solⁿ: (e); $f = \frac{30}{1\times60} = 0.5$ Hz [1 min = 60 s]

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \left(\frac{1}{f}\right)^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$

$\Rightarrow L = \frac{g}{f^2}\times\frac{1}{4\pi^2} = \frac{9.8}{4\pi^2\times0.5^2} = 0.99\text{ m} = 99\text{ cm}$

02. দুটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে L ও 3L। দ্বিতীয় দোলকের দোলনকাল 3 s হলে, প্রথম দোলকের দোলনকাল কত s? **[SUST'25-26; RUET'13-14]**
(a) $\sqrt{3}$ (b) 3 (c) $\sqrt{2}$ (d) 2 ⓐ

Sol^n: (a); $T_1 = T_2\sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$

$= 3\times\sqrt{\frac{L}{3L}} = 3\times\frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}s$

03. একটি সরল দোলকের দোলনকাল ভূপৃষ্ঠে T হলে, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে R উচ্চতায় দোলনকাল কত? **[BUET'24-25]**
(a) $\frac{T}{2}$ (b) 2T (c) T (d) $\frac{T}{4}$ ⓑ

Sol^n: $g_2 = \left(\frac{R}{R+R}\right)^2 g_1 \Rightarrow g_2 = \frac{g_1}{4}$

এবার, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1}}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T} = \frac{\sqrt{g_1}}{\sqrt{\frac{g_1}{4}}}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T} = 2 \Rightarrow T_2 = 2T$

04. সরল দোলকের দোলনকাল 50% বাড়াতে হলে দোলকের দৈর্ঘ্য কতগুণ করতে হবে?
[BUET'24-25; CKRUET'23-24; KUET'17-18; BUET'13-14; SUST'07-08; BUTEX'17-18]
(a) 1.5 (b) 1 (c) 2.5 (d) 2.25 ⓓ

Sol^n: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \sqrt{L}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$

$\Rightarrow \frac{T}{1.5T} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$

$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2.25}$

$\Rightarrow L_2 = 2.25\,L_1$

Shortcut: T x % বৃদ্ধির জন্য,

$L_2 = \left(1 + \frac{x}{100}\right)^2 \times L_1$

$L_2 = (1 + 0.5)^2 \times L_1$

$L_2 = 2.25\,L_1$

05. একটি গ্রহের ভর এবং ব্যাস পৃথিবীর তুলনায় দ্বিগুণ। এই গ্রহে একটি সরলদোলকের পর্যায়কাল নির্ণয় করো যদি সেটা পৃথিবীতে একটি সেকেন্ডের সরলদোলক হয়। **[KUET'24-25; IUT'21-22]**
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ sec (b) 2 sec (c) $2\sqrt{2}$ sec
(d) $\frac{1}{2}$ sec (e) $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ sec ⓒ

Sol^n: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\frac{T'}{T_e} = \sqrt{\frac{g_e}{g'}} = \sqrt{\frac{M_e}{M'}} \times \frac{R'}{R_e} = \sqrt{\frac{1}{2}} \times 2 = \sqrt{2}$

$\therefore T' = 2\sqrt{2}\,s$

06. একটি সরল দোলক একপ্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে সময় নেয় 2π sec। দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত মিটার? **[SUST'24-25]**
(a) 19.2 (b) 29.2 (c) 39.2 (d) 49.2 ⓒ

Sol: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

এখানে, $T = 2 \times 2\pi = 4\pi$ s

$\therefore L = \frac{9.8\times(4\pi)^2}{4\pi^2} = 39.2$ m

07. একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 99 cm এবং এর দোলনকাল 2 sec হলে দোলক পিণ্ডের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। **[CKRUET'22-23]**

(a) 1.29 cm (b) 7 mm (c) 3.18 mm
(d) 0.28 cm (e) 2.15 mm ⓓ

Sol: এখানে, $T = 2$ s, আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore L = \frac{T^2}{4\pi^2}\times g = \frac{4\times g}{4\pi^2} = 0.9929$ m

এখানে, $L = l + r = 0.99 + r = 0.9929$

$\therefore r = 0.0029\text{ m} = 0.29\text{ cm} \approx 0.28$ cm

08. $\frac{g}{5}$ ত্বরণে নিচে নামা লিফটে দোলনকাল কত হবে, যদি স্বাভাবিক দোলনকাল T হয়? **[BUET'21-22]**

(a) $2\sqrt{5}$ T (b) $\frac{2}{\sqrt{5}}$ T (c) $\frac{2\sqrt{5}}{\sqrt{2}}$ T (d) $\frac{\sqrt{5}}{2}$ T ⓓ

Sol: লিফটে অনুভূত ত্বরণ, $g' = g - \frac{g}{5} = \frac{4g}{5}$

$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{4g}\times\frac{5}{1}} \therefore T' = \frac{\sqrt{5}\,T}{2}$

09. ভূপৃষ্ঠ থেকে একটি সেকেন্ড দোলক কত উচ্চতার পাহাড়ে উঠালে সারাদিনে ১ মিনিট ধীরে চলবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 1.45 km (b) 2.45 km (c) 3.45 km
(d) 4.45 km (e) 5.45 ⓓ

Sol: $T_1 = 2$ sec; $T_2 = \frac{2\times86400}{86400-60}$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{86400}{86400-60}$

$h = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)R = \left(\frac{86400}{86400-60} - 1\right) \times 6400$ km

$= 4.447\text{ km} \approx 4.45$ km

10. In an experiment, the value of $\frac{L}{T^2}$ at a place was found 0.25 ms^{-2}. Calculate the value of g at that place. (একটি পরীক্ষায়, কোনো স্থানে $\frac{L}{T^2}$ এর মান পাওয়া গেছে 0.25 ms^{-2}। ঐ স্থানে g-এর মান কত হবে গণনা কর।) **[IUT'21-22]**

(a) 9.87 ms^{-2} (b) 9.81 ms^{-2}
(c) 9.83 ms^{-2} (d) 9.85 ms^{-2} ⓐ

Sol: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{L}{g}$

$\Rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = 4(3.1416)^2 \times 0.25\text{ ms}^{-2}$

$= 9.8696\text{ ms}^{-2} \approx 9.87\text{ ms}^{-2}$

11. The length of a simple pendulum executing simple harmonic motion is increased by 21%. The percentage increase in the time period of the pendulum of increased length is- (সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য 21% বৃদ্ধি করা হয়েছে। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য দোলকের পর্যায়কালের শতকরা বৃদ্ধি-) **[IUT'19-20; KUET'13-14, 11-12]**

(a) 11% (b) 21% (c) 42% (d) 10% ⓓ

Sol: $T \propto \sqrt{L} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 1.21$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{1.21} = 1.1$

$\Rightarrow \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1 = 0.1 = 0.1 \times 100\% = 10\%$

∴ T will increase by 10%.

12. সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% কমালে, উক্ত দোলকের দিনে কত সময় পরিবর্তিত হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 433s সময় বৃদ্ধি পাবে (b) 433s সময় হারাবে
(c) 216s সময় বৃদ্ধি পাবে
(d) 216s সময় সময় হারাবে
(e) সময় অপরিবর্তিত থাকবে ⓐ

Sol: $T \propto \sqrt{L}$; $\frac{T'}{2} = \sqrt{\frac{99}{100}}$

$\Rightarrow T' = \sqrt{\frac{99}{100}} \times 2$

$\Rightarrow \frac{2\times86400}{86400+n} = \sqrt{\frac{99}{100}} \times 2 \Rightarrow n = 435.27\text{ s} \approx 433$ s

(সময় লাভ/বৃদ্ধি)

13. On a planet with an unknown value of g, the period of a 0.65 m long pendulum is 2.8 s. What is g for this planet? (একটি অজানা g মানবিশিষ্ট গ্রহে 0.65 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলকের দোলনকাল 2.8 s। ঐ গ্রহে g-এর মান কত?) **[IUT'16-17, 14-15]**

(a) 2.27ms^{-2} (b) 2.95 ms^{-2}
(c) 3.95ms^{-2} (d) 3.27ms^{-2} ⓓ

Sol: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = \frac{4\times(3.1416)^2\times0.65}{(2.8)^2} g = 3.27\text{ ms}^{-2}$

14. একটি দোলকের দোলনকাল 2sec এর বেশি। ফলে তা দৈনিক 20 sec ধীরে চলে। এর দৈর্ঘ্য কত পরিবর্তন করলে ঠিক 2 sec দোলনকালে দুলবে? **[CUET'15-16, 10-11]**

(a) 20% (b) 199%
(c) 0.046% (d) 200% ⓒ

Sol

$$\text{Sol}^n\text{: } T_2 = \frac{86400\times 2}{86400-20} = \frac{4320}{4319}\times 2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = 1.00046$$

∴ দৈর্ঘ্য কমাতে হবে $= (1.00046 - 1)\times 100\%$

$= 0.046\%$

15 দুটি স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান যথাক্রমে 9.8 ও 9.78ms^{-2} হলে, ঐ দুই স্থানে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্যের পার্থক্য কত হবে? **[RUET'14-15]**

(a) 0.005m (b) 0.003m (c) 0.001m

(d) 0.004m (e) None ⓒ

Solⁿ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$L_1 - L_2 = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 g_1 - \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 g_2$$

$$= \left(\frac{2}{2\pi}\right)^2 (g_1 - g_2)$$

$$= \frac{g_1-g_2}{\pi^2} = \frac{9.8-9.78}{(3.1416)^2} = \frac{g_1-g_2}{\pi^2} = 0.002\text{m}$$

16 উপগ্রহে একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল কত? **[BUTEX'12-13; BUET'11-12]**

(a) শূন্য (b) 2s (c) অসীম

(d) ববের ভরের উপর নির্ভরশীল ⓒ

Solⁿ: উপগ্রহে $g_{eff} = 0$

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$$

17. কুমিল্লায় অবস্থিত একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য রাজশাহীতে অবস্থিত দোলকের চেয়ে 10% বেশি হলে, কোন বস্তুকে রাজশাহী থেকে কুমিল্লা নেয়া হলে তার ওজন কত হবে? **[RUET'10-11]**

(a) 10% বেশি (b) 10% কম

(c) সমান থাকবে (d) $10^{1/2}$ কম

(e) $10^{1/2}$ বেশি ⓐ

Solⁿ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g_2}} \therefore \frac{L_1}{g_1} = \frac{L_2}{g_2}$

$$\Rightarrow g_2 = \frac{L_2}{L_1}\times g_1 = \frac{L_1+10\%\times L_1}{L_1}\times g_1 = \frac{11}{10}g_1$$

$\therefore W_2 = \frac{11}{10}W_1 = W_1 + \frac{W_1}{10}$ ∴ 10% বেশি।

18. A second-pendulum reads correct time on the earth surface. What will be the time period of it if it is placed on the moon's surface? The radius and mass of the earth is 4 times and 81 times that of the moon respectively. (একটি সেকেন্ড দোলক পৃথিবীর পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেখায়। যদি এটিকে চাঁদের পৃষ্ঠে স্থাপন করা হয়, তাহলে এর সময়কাল কত হবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং ভর চাঁদের ব্যাসার্ধ ও ভরের যথাক্রমে 4 গুণ এবং 81 গুণ।) **[IUT'10-11]**

(a) 5.4 sec (b) 4.5 sec (c) 2.5 sec (d) 3.5 sec ⓑ

$$\text{Sol}^n\text{: } \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{\frac{GM_2}{R_2^2}}{\frac{GM_1}{R_1^2}}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}\times\frac{R_1^2}{R_2^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{T_2} = \sqrt{\frac{16}{81}} \Rightarrow T_2 = 4.5\text{ sec}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি দোলক 60 s এ 30 বার দোল দেয়। $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$ এবং সুতার দৈর্ঘ্য 95 cm হলে ববের ব্যাসার্ধ কত? **[RUET'25-26]**

Solⁿ: $T = \frac{60}{30} = 2s \therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8\times 2^2}{4\pi^2} = 0.9929\text{ m} = 99.29\text{ cm}$

$\Rightarrow l + r = 99.29$

$\Rightarrow r = 99.29 - l = 99.29 - 95 = 4.29\text{ cm}$ **(Ans.)**

02. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য শৈত্যের ফলে হ্রাস পায়। এর ফলে দোলনকাল এমন হলো যে, দোলকটি অর্ধ-দিনে 5 Sec দ্রুত চলে। পরবর্তীতে দোলকটির দোলনকাল কত হবে? **[BUTEX'25-26]**

Solⁿ: অর্ধদিনে সময় $= (12\times 3600) = 43200\text{ sec}$

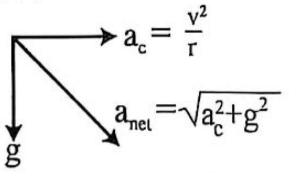
∴ পরিবর্তিত দোলনকাল,

$T' = \frac{43200}{43200+5}\times T = \frac{43200}{43205}\times 2$

$= 1.99977\text{ sec}$ **(Ans.)**

03. একটি গাড়ি r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v বেগে বাঁক নিচ্ছে। এর ভিতর একটি সরল দোলক থাকলে [যার দৈর্ঘ্য l m হলে] এর পর্যায়কাল কত? **[BUET'24-25]**

Solⁿ:



$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a_{net}}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (9.8)^2}}}\ \textbf{(Ans.)}$$

04. 80 cm কার্যকর দৈর্ঘ্যের সরল দোলক মিনিটে 40 বার দুলে, তাহলে 160 cm কার্যকর দৈর্ঘ্যের সরল দোলকের 60টি দোলন দিতে কত সময় লাগবে? **[CUET'24-25]**

Solⁿ:

আমরা জানি,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}; T \propto \sqrt{L}$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$\therefore T_2 = T_1\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$= \frac{60}{40}\times\sqrt{\frac{160}{80}} = \frac{3}{\sqrt{2}}$

∴ প্রয়োজনীয় সময় $= 60\times\frac{3}{\sqrt{2}}$

$= 90\sqrt{2}$ sec

$= 127.279$ sec **(Ans.)**

05 একটি সেকেন্ড দোলককে লিফটে $\frac{g}{4}$ ত্বরণে উপরের দিকে নেওয়া হলে পর্যায়কাল কত?

[BUTEX'24-25; RUET'08-09; BUET'03-04]

Solⁿ: $a_{net} = g + \frac{g}{4} = \frac{5g}{4}$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

$\therefore \frac{T_{new}}{T} = \sqrt{\frac{g}{a_{net}}}$

$\therefore T_{new} = T \times \sqrt{\frac{g}{\frac{5g}{4}}} = T \times \sqrt{\frac{4}{5}} = 2 \times \sqrt{\frac{4}{5}}$

$= \frac{4}{\sqrt{5}} = 1.789$ sec (প্রায়) (Ans.)

06 A স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 98 cm এবং B স্থানে সেকেন্ড দোলকটির দৈর্ঘ্য 96 cm। কোন বস্তুকে A স্থান থেকে B স্থানে নিয়ে গেলে এর ওজন বাড়বে না কমবে? নির্ণয় কর।

[BUTEX'21-22; RUET'09-10, 06-07, CUET'04-05]

Solⁿ: দেওয়া আছে, $L_A = 98$ cm এবং $L_B = 96$ cm

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g} \therefore L \propto g$

$\Rightarrow L \propto W\ [W = mg]$

$\therefore \frac{L_A}{L_B} = \frac{W_A}{W_B}$

$\Rightarrow W_A = \frac{L_A}{L_B} \times W_B = \frac{98}{96} \times W_B = 1.02083\ W_B$

$\therefore W_A > W_B$

অতএব, কোনো বস্তুকে A স্থান থেকে B স্থানে নিয়ে গেলে এর ওজন কমবে।

07. অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\text{ms}^{-2}$ এর জন্য একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। অভিকর্ষজ ত্বরণ 10% কমিয়ে উক্ত দোলকের দোলনকাল ঠিক রাখতে হলে দৈর্ঘ্যের কী পরিবর্তন হবে? [KUET'19-20]

Solⁿ: সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য,

$L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8 \times 2^2}{4\pi^2} = 0.9929\text{m} = 99.29\text{cm}$

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ∴ T স্থির থাকলে $L \propto g$

$\therefore \frac{L_2}{L_1} = \frac{g_2}{g_1} = \frac{g_1 - 10\%g_1}{g_1}$

$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{g_1 - 0.1g_1}{g_1}$

$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 0.9$

$\Rightarrow L_2 = 0.9L_1$

$\Rightarrow L_2 = (0.9 \times 99.29)\text{cm} = 89.361$ cm

∴ দৈর্ঘ্য হ্রাস করতে হবে,

$\Delta L = L_1 - L_2 = 99.29 - 89.361 = 9.929$ cm

08. একটি সেকেন্ড দোলক ঘড়ি পাহাড়ের পাদদেশে ঠিক সময় দেয় কিন্তু পাহাড়ের চূড়ায় উঠালে 2 ঘণ্টায় 8 সেকেন্ড সময়ের পার্থক্য দেখায়। পৃথিবীর ব্যাস 12800 km হলে-

[BUET'17-18; KUET'04-05]

(i) পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় কর।

(ii) পাহাড়ের চূড়ায় সঠিকভাবে কাজ করতে হলে দোলকের দৈর্ঘ্য কত % পরিবর্তন করতে হবে?

Solⁿ: (i) প্রশ্নমতে, পাহাড়ের উপর ঘড়ি 2 ঘণ্টায় 8s সেকেন্ড ধীরে চলে।

সুতরাং 24 ঘণ্টায় ধীরে চলে $\frac{8 \times 24}{2} = 96$ সেকেন্ড।

এখন, পাহাড়ের পাদদেশে দোলনকাল T এবং পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল T′ হলে $\frac{T'}{T} = \frac{86400}{86400 - 96} = \frac{900}{899}$

পাহাড়ের উচ্চতা h, পাদদেশে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এবং চূড়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g′ হলে $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$ ……… (i)

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{R+h}{R}$ [(i) হতে]

$\Rightarrow \frac{T'}{T} = 1 + \frac{h}{R}$

$\therefore h = R \times \left(\frac{T'}{T} - 1\right) = \frac{12800}{2} \times 10^3 \times \left(\frac{900}{899} - 1\right)$

$= 7119.02$ m (Ans.)

(ii) পাদদেশে দোলকের দৈর্ঘ্য l

পাহাড়ের চূড়ায় l' হলে T দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে।

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$; সুতরাং $L \propto g$

$\therefore \frac{L_2}{L_1} = \frac{g_2}{g_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2}\left[\because T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}\right]$

$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{899}{900}\right)^2$

$\Rightarrow L_2 = 0.997779L_1$

∴ দৈর্ঘ্য হ্রাস করতে হবে,

$\Delta L = (1 - 0.997779) \times 100\% = 0.2221\%$

09. পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের দোলনকাল 2sec। একে চন্দ্রপৃষ্ঠে নিলে এর দোলনকাল হয় 4.5sec। পৃথিবীর ভর ও চন্দ্রের ভরের অনুপাত 81 হলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ ও চন্দ্রের ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় কর। [RUET'11-12, 03-04]

Solⁿ: $T_e = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_e}}; T_m = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_m}}$

$\frac{T_e}{T_m} = \sqrt{\frac{g_m}{g_e}} = \sqrt{\frac{GM_m/R_m^2}{GM_e/R_e^2}}$

$\Rightarrow \frac{T_e}{T_m} = \sqrt{\frac{M_m}{M_e}} \cdot \frac{R_e}{R_m}$

$\Rightarrow \frac{R_e}{R_m} = \frac{T_e}{T_m}\sqrt{\frac{M_e}{M_m}} = \frac{2}{4.5} \times \sqrt{81} = \frac{2 \times 9}{4.5} = 4$

$\therefore R_e : R_m = 4 : 1$ (Ans.)

10. একটি সেকেন্ড পেন্ডুলাম বিশিষ্ট ঘড়ি প্রতিদিন আধা মিনিট (30 sec) লাভ করে। পেন্ডুলামটি সঠিক সময় দিতে হলে উহার সরল দোলকের দৈর্ঘ্যের কি পরিমাণ হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটাতে হবে? ($g = 980\ cms^{-2}$)। [RUET'07-08]

Solⁿ: আমরা জানি, $T_1n_1 = T_2n_2$; যেখানে T দোলনকাল এবং n অর্ধদোলনসংখ্যা প্রকাশ করে।

$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{86400+30}{86400}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \frac{86430}{86400}$

$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{86430}{86400}\right)^2 = 1.0006945$

$\Rightarrow L_1 = 1.0006945L_2$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বাড়াতে হবে, $\frac{L_1-L_2}{L_2} = 0.0006945$

$= 0.06945\%$ **(Ans.)**

11. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 225% বাড়ানো হলে এর দোলনকাল কত হবে নির্ণয় কর।

[RUET'06-07, BUTEX'05-06; CUET'03-04]

Solⁿ: এখানে একটা বিষয় লক্ষণীয় -সেটা হল ভাষাগত বিষয়। যদি বলা হত দৈর্ঘ্য বেড়ে 225% হল, তাহলে বর্তমান দৈর্ঘ্য হতে $\frac{225L}{100}$ (L = আদি দৈর্ঘ্য)। কিন্তু এখানে বলা হয়েছে দৈর্ঘ্য 225% বৃদ্ধি পেল/বাড়ানো হল।

কাজেই বর্তমান দৈর্ঘ্য = L এর $\frac{225}{100} + L$;

[L = আদি দৈর্ঘ্য, l = বৃদ্ধিপ্রাপ্ত দৈর্ঘ্য। কাজেই বর্তমান দৈর্ঘ্য, $L' = L + l$]

উপরের ভাষাগত ভুল বোঝা পরিষ্কার হয়ে গেলে এখন দেখ অংকটা কত সহজঃ

ধরি, আদি দৈর্ঘ্য = L

$\therefore$ বর্তমান দৈর্ঘ্য, L′ = L + L এর 225%

$= L + \frac{225L}{100} = \frac{325L}{100}$

$\therefore \frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \left[\because T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\right]$

$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}}$

$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{3.25L}{L}}$

$\Rightarrow T' = 2\times\sqrt{3.25} = 3.6056s$ **(Ans.)**

12. একটি লিফটের ছাদ থেকে একটি সরল দোলক ঝুলানো আছে। লিফট চলার সময় এই দোলকের দোলনকাল স্থির অবস্থার তুলনায় যদি অর্ধেক হয়, তবে লিফটের ত্বরণের দিক ও মান নির্ণয় কর। [RUET'[illegible]

Solⁿ: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{1}{4}$

$\therefore g_2 > g_1$

$\therefore$ লিফটটির ত্বরণের দিক ঊর্ধ্বমুখী এবং ত্বরণ a হলে

$g_2 = g + a$

$\therefore \frac{g}{g+a} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow 4g = g + a$

$\Rightarrow a = 3g = 3 \times 9.8 = 29.4ms^{-2}$ (Ans.)

13. একটি সেকেন্ড দোলক ভূপৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। চন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল কত হবে? পৃথিবীর ভর চন্দ্রের ভরের 81 গুণ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চন্দ্রের ব্যাসার্ধের 4 গুণ। পৃথিবীতে কত সময় অতিক্রান্ত হলে চন্দ্রে দোলকটি 1 ঘণ্টা দেবে? দোলকটিকে (a) সমবেগে চলন্ত লিফটে নিলে (b) ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহের অভ্যন্তরে নিলে এবং (c) পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে কি হবে? [RUET'05-06, BUTEX'[illegible]

Solⁿ: $\frac{T_m}{T_e} = \sqrt{\frac{g_e}{g_m}}$ ……… (i)

আমরা জানি,

$g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}; g_m = \frac{GM_m}{R_m^2}$

(i) নং হতে পাই,

$\frac{T_m}{T_e} = \sqrt{\frac{M_eR_m^2}{M_m\ R_e^2}}$

$= \sqrt{\frac{81\ M_m\times R_m^2}{M_m\times(4R_m)^2}} = \sqrt{\frac{81}{16}} = \frac{9}{4}$

$\therefore$ চাঁদে দোলনকাল,

$T_m = \frac{9}{4}\times T_e$

$= \frac{9}{4}\times 2s = 4.5s$

এখানে, $M_e = 81\ M_m$

$R_e = 4\ R_m$

চাঁদে 2 টি অর্ধদোলনকাল

= 4.5 s এ

$\therefore$ 3600 s এ

$= \frac{4.5\times3600}{2}$ s

= 8100 s = 2.25 ঘণ্টা

$\therefore$ চাঁদে 1 ঘণ্টা পেতে

পৃথিবীতে 2.25 ঘণ্টা

অতিবাহিত হবে।

(a) দোলকটিকে সমবেগে চলন্ত লিফটে নিলে দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হবে না।

(b) দোলকটিকে ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহে নিলে দোলনকাল অসীম হবে। কারণ, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g-g}} = \infty$

(c) পৃথিবীর কেন্দ্রে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$ অর্থাৎ, পৃথিবীর কেন্দ্রে দোলনকাল অসীম হবে।

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. কোনো ব্যক্তি একটি স্থির লিফটের ভিতরে একটি সরল দোলকের পর্যায়কাল পান T। যদি লিফটটি $\frac{g}{3}$ ত্বরণে উপরে উঠতে থাকে তাহলে পর্যায়কাল হবে- [তপন স্যার]

(a) $\sqrt{3}T$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}T$ (c) $\frac{T}{\sqrt{3}}$ (d) $\frac{T}{3}$

02. সরল ছন্দিত কণার মোট শক্তি কীসের উপর নির্ভর করে? [প্রামাণিক স্যার]

(a) সরণ (b) বিস্তার (c) পর্যায়কাল (d) বেগ

03. ওজন ঝুলানোর জন্য যদি কোনো একটি স্প্রিং (বল ধ্রুবক – K) এর দৈর্ঘ্য x পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, তবে স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ হবে– [প্রামাণিক স্যার]

(a) $\frac{T^2}{2x}$ (b) $\frac{T^2}{2K}$ (c) $\frac{2T^2}{K}$ (d) $\frac{2K}{T^2}$

04. M ভরের একটি ব্লককে উল্লম্বভাবে স্থাপিত একটি স্প্রিংয়ের নিচের প্রান্তে ঝুলিয়ে দিলে এটি 1 s পর্যায়কাল নিয়ে দুলে। যদি ব্লকের ভর 4M করা হয় তবে দোলনকাল হবে- [তফাজ্জল স্যার]

(a) 4 s (b) 2 s (c) $\frac{1}{2}$ s (d) $\frac{1}{4}$ s

05. একটি সরল দোলক কোনো শূন্য প্রকোষ্ঠের মধ্যে দুলছে। এটি –

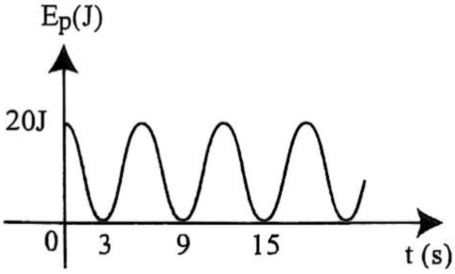
(a) ধীরে ধীরে থেমে যাবে [তফাজ্জল স্যার]

(b) একই বিস্তার ও কম্পাঙ্কে চিরকাল দুলবে

(c) একই কম্পাঙ্কে দুলবে কিন্তু সময়ের সাথে বিস্তার হ্রাস পাবে

(d) একই বিস্তারে দুলবে কিন্তু সময়ের সাথে কম্পাঙ্ক হ্রাস পাবে

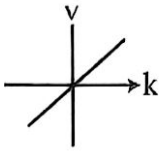
06. একটি সরলছন্দিত কণার স্থিতিশক্তি বনাম সময় লেখ দেয়া হল। কণাটির গতির পর্যায়কাল কত?

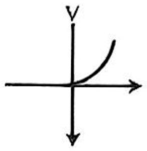


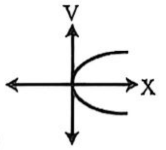
(a) 6 sec (b) 12 sec

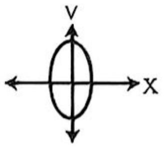
(c) 3 sec (d) 1 sec

07. সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন কোনো কণার বেগ বনাম সরণ (v বনাম x) গ্রাফ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর।

(a)


(b)


(c)


(d)


08. একটি গাড়ি 4 ms^{-2} ত্বরণে চলছে। এর সিলিং হতে একটি সেকেন্ড দোলক ঝুলানো আছে। গাড়ির ভিতর দোলকটির দোলনকাল কত?

(a) 2 sec (b) 1.99 sec

(c) 1.923 sec (d) 1.293 sec

09. কোনো বস্তু কণার সরণ $x = (6\cos\omega t + 8\sin\omega t)$ m দ্বারা প্রকাশ করলে এর বিস্তার–

(a) 14 m (b) 10 m (c) 4 m (d) 5 m

10. একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার বিস্তার 0.1m, পর্যায়কাল 4s এবং আদিদশা 30°। উক্ত কণাটির দোলনগতির সমীকরণ কোনটি? [তপন স্যার]

(a) $x = 0.3\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$ (b) $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$

(c) $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$ (d) $x = 1.0\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$

11. যদি 60 kg ভরের একজন লোক 4 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলনায় বসে 0.2 m বিস্তারে দুলতে থাকে তাহলে লোকটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত হবে?

(a) 2.94 J (b) 3 J

(c) 2.9 J (d) 2.5 J

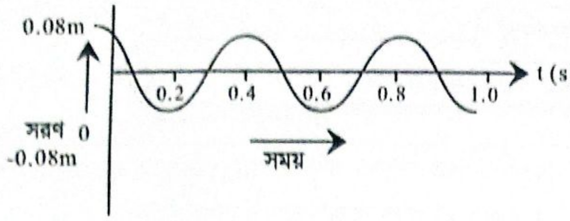
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি স্প্রিং এর উপরের প্রান্ত আটকানো এবং অপর প্রান্তে 0.25 kg ভরের একটি গোলক ঝুলানো আছে।

গোলকটিকে সাম্যাবস্থা হতে 0.08 m উপরে উঠিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। স্প্রিং এর গতির সরণ বনাম সময় গ্রাফটি নিচে দেয়া হল:

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. b	03. b	04. b	05. b
06. b	07. d	08. c	09. b	10. c
11. a				

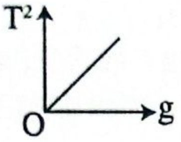


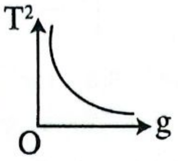
12. গোলকটির সর্বোচ্চ ত্বরণের মান কত? [ইস্হাক স্যার]

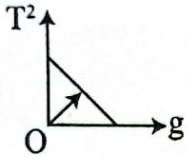
(a) $\frac{\pi^2}{4}\,ms^{-2}$ (b) $\pi^2 ms^{-2}$

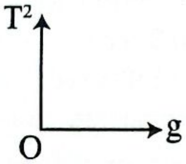
(c) $2\pi^2 ms^2$ (d) $4\pi^2 ms^{-2}$

13. $[g - T^2]$ লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে? [ইস্হাক স্যার]

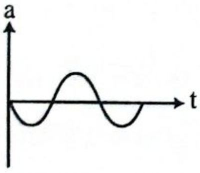
(a)


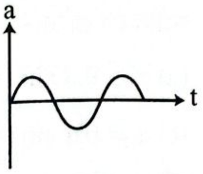
(b)


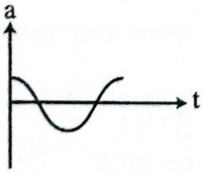
(c)


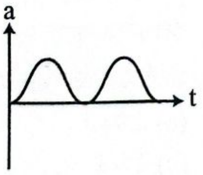
(d)


14. $y = A\sin\omega t$ একটি কণার সরণ হলে, ত্বরণ বনাম সময়ের লেখচিত্র কোনটি? [ইস্হাক স্যার]

(a)


(b)


(c)


(d)


15. L দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিং-এর বল ধ্রুবক K এটিকে এমনভাবে ভাগ করা হলো যেন $L_1 = L_2 n$। (n একটি পূর্ণ সংখ্যা)। ছোট অংশটির বল ধ্রুবক K_2 হলে নিচের কোনটি সঠিক?

(a) $K_2 = K(n+1)$ (b) $K_2 = K(n-1)$

(c) $K = K_2(n+1)$ (d) $K = K_2(1-n)$

MCQ উত্তরমালা

12. c	13. b	14. a	15. a	

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি বস্তুকণা তার দোলন সীমার শেষ প্রান্ত হতে দোলন শুরু করে 0.1 m বিস্তার ও 1 Hz কম্পাঙ্কযুক্ত সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন করে। 4.5 s পর কণাটির সরণ কত হবে?

[ইস্হাক স্যার] **[Ans. −0.1 m]**

02. সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল একটি বস্তুকণার বিস্তার 0.6 m। গতিপথের মধ্যবিন্দু হতে 0.3 m দূরে ত্বরণ হচ্ছে $2\ ms^{-2}$। গতিপথের মধ্য অবস্থান থেকে 0.3 m দূরে বস্তুটির বেগ কত?

[ইস্হাক স্যার] **[Ans. $1.34\ ms^{-1}$]**

03. একটি সরল গতিসম্পন্ন কণার কম্পাঙ্ক ω হলে প্রমাণ কর যে এর স্থিতিশক্তি পরিবর্তনের কম্পাঙ্ক 2ω। [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 2ω]**

04. দুটি সরল দোলগতির সমীকরণ হলো

$y_1 = 10\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ m এবং

$y_2 = 5(\sin 3\pi t + \sqrt{3}\cos 3\pi t)$। এদের বিস্তারের অনুপাত কত?

[ইস্হাক স্যার] **[Ans. 1:1]**

05. প্রমাণ করো যে, একটি প্লাটফর্ম 4.9 m বিস্তারে কাঁপতে শুরু করলে এর ওপর একজন মানুষ দাঁড়িয়ে থাকলে, তার পা প্লাটফর্ম হতে আলাদা হবার জন্য প্লাটফর্মের কৌণিক কম্পাঙ্ক $\sqrt{2}\ rad\ s^{-1}$ হতে হবে। [তপন স্যার]

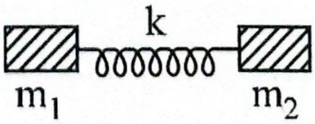
06. একটি ঘড়ির ঘণ্টার কাঁটার কম্পাঙ্ক ও কৌণিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 2.31×10^{-5}Hz; $1.45 \times 10^{-4}\ rad\ s^{-1}$]**

07. একটি দোলক ঘড়ি গ্রীষ্মকালে সঠিক সময় দেয়। শীতকালে দোলকের দৈর্ঘ্য 0.08% হ্রাস পায়। শীতকালে ঘড়িটি দৈনিক কত সময় পিছিয়ে পড়বে বা এগিয়ে যাবে নির্ণয় করো।

[প্রামাণিক স্যার] **[Ans. 34.56 s সময় এগিয়ে যাবে]**

08. $6\ Nm^{-1}$ ও $9\ Nm^{-1}$ বল ধ্রুবকের ও নগন্য ভরের দুটি স্প্রিংকে একবার শ্রেণিতে এবং আর একবার সমান্তরালে যুক্ত করে 1 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলানো হলো। বস্তুটিকে সামান্য টেনে ছেড়ে দিলে উভয় ক্ষেত্রে দোলনকাল নির্ণয় করো।

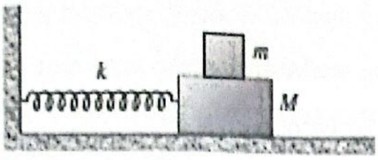
[প্রামাণিক স্যার] **[Ans. শ্রেণিতে 3.31s, সমান্তরালে 1.62 s]**

09.


[Ans. $\frac{\pi}{5}$ sec]

$m_1 = 2\ kg\ ;\ k = 100\ Nm^{-1}\ ;\ m_2 = 2\ kg\ ;\ T = ?$

10. দুটি ব্লক (m = 1.22 kg এবং M = 8.73 kg) এবং একটি স্প্রিং ($k = 344\ Nm^{-1}$) একটি অনুভূমিক ঘর্ষণহীন তলের ওপর চিত্রে প্রদর্শিত উপায়ে সাজানো আছে।



ব্লক দুটির মধ্যকার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.42। ব্লক দুটির মধ্যে কোনো প্রকার পিছলানো না ঘটলে সরল ছন্দিত স্পন্দনের সর্বোচ্চ সম্ভাব্য বিস্তার কত হবে?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01][Ans: 0.119 m]

11. 6 kg ভরের একটি ব্লক একটি অনুভূমিক ঘর্ষণহীন টেবিলের ওপর স্থির আছে এবং এটি 1000 Nm^{-1} বল ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং দ্বারা দৃঢ় অবলম্বনের সাথে যুক্ত। 50 gm ভরের এবং 600 ms^{-1} দ্রুতির একটি বুলেট অনুভূমিকভাবে ব্লকটিকে আঘাত করে এবং ব্লকের ভেতরে গেঁথে যায়। সৃষ্ট সরল ছন্দিত স্পন্দনের বিস্তার নির্ণয় করো।

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03][Ans: 0.386 m]

12. 3.60 Ncm^{-1} বল ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি ভরহীন স্প্রিং-কে কেটে সমান দুই ভাগ করা হলো। এই দুটি অংশকে আলাদাভাবে ঝুলিয়ে সমান্তরাল সজ্জায় একটি ব্লককে যুক্ত করা হলো। সিস্টেমটি 2.87 Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত হয়। ব্লকটির ভর নির্ণয় করো। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03+04][Ans: 4.43 kg]**

13. তিনটি সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 40 cm, 160 cm এবং 360 cm । দোলক তিনটিকে একই সাথে টেনে ছেড়ে দেয়া হল। কতক্ষণ পর দোলকগুলো আবার একই দশায় মিলিত হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans: 7.62s পর]**

14. একটি সেকেন্ড দোলকের ববের ব্যাসার্ধ $r = 0.29$ cm । ববটিকে গলিয়ে একটি সিলিন্ডারে পরিণত করা হল। সুতার দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত রেখে সিলিন্ডারটিকে বব হিসেবে ব্যবহার করলে দেখা যায়, দোলনকাল অপরিবর্তিত আছে।
সিলিন্ডারটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। [$g = 9.8\text{ms}^{-2}$]

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans: 0.2368 cm]

15. 1.5 m দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলককে (i) 5ms^{-2} ত্বরণে উর্ধ্বমুখী কোনো লিফটে রাখলে (ii) 5 ms^{-2} ত্বরণে নিম্নমুখী কোনো লিফটে রাখলে এবং (iii) 5ms^{-2} ত্বরণে অনুভূমিক রাস্তায় গতিশীল কোনো গাড়িতে রাখলে পর্যায়কাল কেমন হবে?

[প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05]

[Ans. 2 s, 3.51 s, 2.32 s]

16. একটি সরল দোলকের বাতাসে পর্যায়কাল T । দোলকটির ববকে একটি অসান্দ্র তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত করা হল। তরলের ঘনত্ব ববের উপাদানের ঘনত্বের $\frac{1}{16}$ গুণ। তরলের অভ্যন্তরে দোলনকাল নির্ণয় কর। **[প্রামাণিক স্যার, Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. $\frac{4}{\sqrt{15}}$T]

17. একটি সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 100 cm এবং পিণ্ডের ভর 5 g। দোলকটির কম্পন বিস্তার 4 cm হলে সুতার সর্বোচ্চ টান নির্ণয় কর। **[সেলু স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05]**

[Ans. 0.04907 N]

18. একটি সেকেন্ড দোলককে 8.5 km উঁচু পাহাড়ের চূড়ায় নিলে দৈনিক যে পরিমাণ সময় হারাবে, একই পরিমাণ সময় হারানোর জন্য কত গভীরতা বিশিষ্ট খনিতে দোলকটি নিতে হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. 16.9662 km]**

19. একটি সেকেন্ড দোলককে যদি 5 ms^{-2} ত্বরণে গতিশীল একটি গাড়িতে নিয়ে রাখা হয়, তবে তার পর্যায়কাল যত হবে, তার সমান পর্যায়কালবিশিষ্ট একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 500 N/m হলে, তাতে কত ভরের বস্তু ঝুলানো আছে?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05+03] [Ans. 45.1265 kg.]

20. একটি সেকেন্ড দোলক গ্রীষ্মকালে সঠিক সময় দেয়। এটির তার যে উপাদান দ্বারা তৈরি তার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 0.000616°\ \text{C}^{-1}$। গ্রীষ্ম ও শীতকালের মধ্যে পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রার পার্থক্য 20°C হলে, শীতকালে দোলকটিকে 10 km উঁচু পাহাড়ের উপর নিলে তা দৈনিক কী পরিমাণ সময় হারাবে বা অর্জন করবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05]**

[Ans. 401.56 sec; সময় অর্জন করবে]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (b);** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+\frac{g}{3}}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{3g+g}{3}}} = 2\pi\sqrt{\frac{3L}{4g}}$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{\sqrt{3}}{2}T$$

03. **Solⁿ: (b);** $T = mg = Kx \therefore x = \frac{T}{K}$ [এখানে, T = বল]

$\therefore U = \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}K \times \frac{T^2}{K^2} = \frac{T^2}{2K}$

04. **Solⁿ: (b);** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T_2 = T_1\sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 1 \times \sqrt{4} = 2\ s$

06. **Solⁿ: (b);** মনে রাখবে, "একটি পর্যায়কালে একটি সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা দুইবার সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি লাভ করে।" এবং স্থিতিশক্তির পর্যায়কাল কণাটির গতির পর্যায়কালের অর্ধেক।

স্থিতিশক্তির পর্যায়কাল $= 9 - 3 = 6s$

$\therefore$ কণাটির গতির পর্যায়কাল $= 2 \times 6s = 12s$

07. **Sol^n: (d);** $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$ বা, $\frac{v}{\omega} = \sqrt{A^2 - x^2}$ বা, $\frac{v^2}{\omega^2} = A^2 - x^2$

বা, $\frac{v^2}{\omega^2} + x^2 = A^2$ বা, $\frac{v^2}{(\omega A)^2} + \frac{x^2}{A^2} = 1$

এটা $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ আকৃতির সমীকরণ, যা একটি উপবৃত্তের সমীকরণ নির্দেশ করে।

08. **Sol^n: (c);** এখানে লব্ধি ত্বরণ, $a_2 = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{(9.8)^2 + 4^2}$

$= 10.6\ \text{ms}^{-2}$

আমরা জানি, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{a_2}}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{2}{T_2} = \sqrt{\frac{10.6}{9.8}} \Rightarrow T_2 = 1.923\ \text{s}$

09. **Sol^n: (b);** $x = 6\cos\omega t + 8\sin\omega t$

$$= 10 \times \frac{6}{10}\cos\omega t + 10 \times \frac{8}{10}\sin\omega t$$
$$= 10\left(\frac{3}{5}\cos\omega t + \frac{4}{5}\sin\omega t\right)$$
$$= 10\,(\sin\delta\cos\omega t + \cos\delta\sin\omega t)$$
$$\left[\sin\delta = \frac{3}{5}; \cos\delta = \frac{4}{5}\right]$$
$$= 10\sin(\omega t + \delta)$$

10. **Sol^n: (c);** $x = A\sin(\omega t + \delta); A = 0.1\ \text{m}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}; \delta = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$

$\therefore x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right).$

11. **Sol^n: (a);** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{4}{9.8}} = 4.014\ \text{s}$

$E_{k_{max}} = \frac{1}{2} = mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2$

$$= \frac{1}{2} \times 60 \times \left(\frac{2\pi}{4.014}\right)^2 \times 0.2^2$$
$$= 2.94\ \text{J}\ (\text{প্রায়})$$

12. **Sol^n: (c);** চিত্র হতে, $T = 0.4\ \text{s}$

$\therefore$ সর্বোচ্চ ত্বরণ $= \omega^2 A = \left(\frac{2\pi}{0.4}\right)^2 \times 0.08 = 2\pi^2\ \text{ms}^{-2}$

15. **Sol^n: (a);** আমরা জানি, $K \propto \frac{1}{l} \Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{1}{n}$

এখন, $K_1 l_1 = K_2 l_2 = K(l_1 + l_2) = Kl$

$K_2 l_2 = K(l_1 + l_2) \Rightarrow K_2 = \frac{K(l_2 n + l_2)}{l_2}$

$\Rightarrow K_2 = K(n+1)$ **(Ans.)**

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $x_0 = A\sin(\omega t_0 + \delta)$

$$\Rightarrow 0.1 = 0.1\sin(\omega \times 0 + \delta)$$
$$\Rightarrow \sin\delta = 1 \therefore \delta = \frac{\pi}{2}$$
$$x = A\sin(\omega t + \delta)$$
$$= 0.1\sin\left(\frac{2\pi}{1} \times 4.5 + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$= 0.1\sin\left(\frac{19\pi}{2}\right) = -0.1\ \text{m}\ \textbf{(Ans.)}$$

$f = 1\ \text{Hz}$
$A = 0.1\ \text{m}$
$T = \frac{1}{f} = 1\ \text{s}$
$t = 4.5\ \text{s}$

02. **Sol^n:** $|a| = \omega^2 x \Rightarrow 2 = \omega^2 \times 0.3$

$\therefore \omega = 2.58\ \text{rads}^{-1}$

$\therefore v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 2.58\sqrt{0.6^2 - 0.3^2}$

$= 1.34\text{ms}^{-1}$

$A = 0.6\ \text{m}$
$x = 0.3\ \text{m}$
$a = 2\text{ms}^{-2}$

03. **Sol^n:** $E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2 A^2\sin^2\omega t$$
$$= \frac{1}{4}m\omega^2 A^2 \times 2\sin^2\omega t$$
$$= \frac{1}{4}m\omega^2 A^2(1 - \cos 2\omega t)$$

$\therefore$ স্থিতিশক্তি পরিবর্তনের কম্পাঙ্ক 2ω।

04. **Sol^n:** $y_1 = 10\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

এখানে, বিস্তার, $A_1 = 10\text{m}$

$y_2 = 5\sin 3\pi t + 5\sqrt{3}\cos 3\pi t$

$\Rightarrow y_2 = 10 \times \frac{5}{10}\sin 3\pi t + 10 \times \frac{5\sqrt{3}}{10}\cos 3\pi t$

$\Rightarrow y_2 = 10(\sin 3\pi t\cos\delta + \cos 3\delta t\sin\delta)$ $\left[\cos\delta = \frac{5}{10}; \sin\delta =\right.$

$\Rightarrow y_2 = 10\sin(3\pi t + \delta)$

এখানে, বিস্তার, $A_2 = 10\text{m}$

$\therefore A_1 : A_2 = 10 : 10 = 1 : 1$ **(Ans.)**

05. **Sol^n:** প্লাটফর্মের কম্পনজনিত বল ব্যক্তির ওজনের চাইতে সমান ব হলে তার পা প্লাটফর্ম হতে আলাদা হবে।

অর্থাৎ, $mg = m\omega^2 A \Rightarrow g = \omega^2 A$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{A}} = \sqrt{\frac{9.8}{4.9}}\ \text{rad s}^{-1} = \sqrt{2}\ \text{rad s}^{-1}$ (প্রমাণিত)

06. **Sol^n:** কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{12 \times 3600}\ \text{Hz} = 2.31 \times 10^{-5}\text{Hz}$ **(Ans.)**

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = 2\pi f$

$= 2\pi \times 2.31 \times 10^{-5}\text{Hz}$

$= 1.45 \times 10^{-4}\ \text{rad s}^{-1}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{L - 0.0008L}} = 1.0004$

$\therefore$ প্রতিদিন সময় এগিয়ে যাবে, $\Delta t = \left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right) \times 86400\ \text{s}$

$= (1.0004 - 1) \times 86400\ \text{s}$

$= 34.56\ \text{s}$ **(Ans.)**

08. **Sol^n:** শ্রেণিতে যুক্ত করলে, $T_s = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_s}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}}}$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{1}{\frac{6 \times 9}{6 + 9}}}\ \text{s} = 3.31\ \text{s}\ \textbf{(Ans.)}$$

সমান্তরালে যুক্ত করলে, $T_s = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_p}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{6 + 9}}\ \text{s}$

$$= 1.62\ \text{s}\ \textbf{(Ans.)}$$

09. **Sol^n:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{\mu}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{100}}\ \text{s}$

$$= \frac{2\pi}{10}\text{s} = \frac{\pi}{5}\ \text{sec}\ \textbf{(Ans.)}$$

এখানে, হ্রাসকৃত ভর,

$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\ \text{k}$

10. সমাধান: পুরো সিস্টেমের কৌণিক কম্পাঙ্ক $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$। উপরের ব্লকটি কেবল ঘর্ষণ বলের কারণে ত্বরান্বিত হয়। পিছলানো এড়াতে প্রয়োজনীয় বল $F_{req} = ma$ অবশ্যই সর্বোচ্চ স্থিতি ঘর্ষণ বলের সমান বা কম হতে হবে।

সর্বোচ্চ ত্বরণ $a_{max} = \omega^2 A$।

শর্তমতে, $m\omega^2 A \leq \mu_s mg$

$\Rightarrow \omega^2 A \leq \mu_s g$

$\Rightarrow A_{max} = \frac{\mu_s g}{\omega^2} = \frac{\mu_s g(M+m)}{k} \approx 0.119\text{ m}$ (Ans.)

11. সমাধান: ব্লকের ভর $M = 6\text{ kg}$, বুলেটের ভর $m = 0.05\text{ kg}$, বুলেটের বেগ $v = 600\text{ ms}^{-1}$

ধরি, সংঘর্ষের পর মিলিত বেগ V

$\therefore mv = (M + m)V$

$\Rightarrow V = \frac{0.05\times600}{6+0.05} \approx 4.959\text{ ms}^{-1}$

স্পন্দনের সময় যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা:

$\frac{1}{2}(M + m)V^2 = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow A = V\sqrt{\frac{M+m}{k}}$

$\Rightarrow A = 4.959\sqrt{\frac{6.05}{1000}} \approx 0.386\text{ m}$

12. সমাধান: আদি স্প্রিং ধ্রুবক $k = 3.60\text{ Ncm}^{-1} = 360\text{ Nm}^{-1}$

স্প্রিং কেটে অর্ধেক করলে প্রতিটি অংশের স্প্রিং ধ্রুবক দ্বিগুণ হয়: $k' = 2k = 720\text{ Nm}^{-1}$

সমান্তরাল সজ্জায় তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক,

$k_{eq} = k' + k' = 2k' = 1440\text{ Nm}^{-1}$

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_{eq}}{m}}$।

$\Rightarrow m = \frac{k_{eq}}{4\pi^2 f^2}$

$\Rightarrow m = \frac{1440}{4\pi^2(2.87)^2} \approx 4.43\text{ kg}$

13. **Sol**

13. **Solⁿ:** $L_1 = 40\text{ cm} = L\ ;\ L_2 = 160\text{ cm} = 4L$

$L_3 = 360\text{ cm} = 9L$

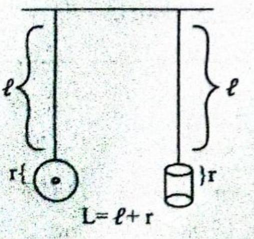
আমরা জানি, $T \propto \sqrt{L}$ তাই, $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 2 : 3 \therefore T_2 = 2T_1$ এবং $T_3 = 3T_1$

তাই দোলকগুলো পুনরায় একই দশায় মিলিত হবে $T_1, 2T_1, 3T_1$ এর ল.সা.গু $6T_1$ সময় পর।

আবার, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.4}{9.8}} = 1.27\text{ s}$

$\therefore$ দোলকগুলো মিলিত হবে $6 \times 1.27 = 7.62\text{ s}$ পর। (Ans.)

14. **Solⁿ:** সুতার দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত বলে সিলিন্ডারের উচ্চতা, $h = 2r$



আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না। সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ R হলে,

$\frac{4}{3}\pi r^3 = \pi R^2 \cdot 2r \therefore R = \sqrt{\frac{2}{3}}r$ একক $= 0.2368\text{ cm}$ (Ans.)

15. **Solⁿ:** (i) $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+a}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.5}{9.8+5}}\text{s} = 2\text{ s}$ (Ans.)

(ii) $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_2'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g-a}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.5}{9.8-5}}\text{s} = 3.51\text{ s}$ (Ans.)

(iii) $T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_3'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\sqrt{g^2+a^2}}}$

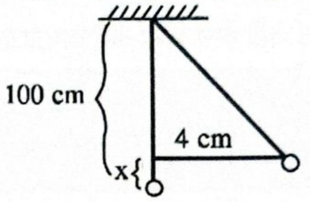
$= 2\pi\sqrt{\frac{1.5}{\sqrt{5^2+(9.8)^2}}}\text{s} = 2.32\text{ s}$ (Ans.)

16. **Solⁿ:** নিট ত্বরণ, $g' = g \times \frac{\rho_a - \rho_L}{\rho_a} \Rightarrow g' = g \times \frac{1-\frac{1}{16}}{1} \Rightarrow g' = \frac{15}{16}g$

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1}} \Rightarrow \frac{T}{T_2} = \frac{\sqrt{g'}}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T}{T_2} = \frac{\sqrt{\frac{15g}{16}}}{\sqrt{g}} \Rightarrow T_2 = \frac{4}{\sqrt{15}}T$ (Ans.)

17. **Solⁿ:**



$x = 100 - \sqrt{100^2 - 4^2} = 0.08003\text{ cm} = 8.003 \times 10^{-4}\text{m}$

$\therefore$ সর্বোচ্চ বেগ, $v = \sqrt{2gx} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 8.003 \times 10^{-4}}\text{ ms}^{-1}$

$= 0.12524\text{ ms}^{-1}$

$\therefore$ সর্বোচ্চ টান, $T = mg + \frac{mv^2}{r} = 5 \times 10^{-3}\left\{9.8 + \frac{(0.12524)^2}{1}\right\}\text{N}$

$= 0.04907\text{ N}$ (Ans.)

18. **Solⁿ:** পাহাড়ের চূড়ায় পর্যায়কাল,

$T_2 = T_1\sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = T_1\sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = T_1\frac{R+h}{R}$

খনিতে পর্যায়কাল, $T_3 = T_1\sqrt{\frac{g_1}{g_3}} = T_1\sqrt{\frac{R}{R-d}}$

একই পরিমাণ সময় হারালে পর্যায়কাল সমান, তাই $T_2 = T_3$

$\therefore \sqrt{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2} = \sqrt{\frac{R}{R-d}} \Rightarrow \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2 = \frac{R}{R-d}$

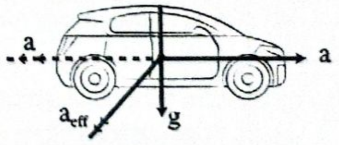
$\Rightarrow \left(1 + \frac{8.5}{6400}\right)^2 = \frac{6400}{6400-d} \therefore d = 16.9662\text{ km}$

$\therefore$ খনির গভীরতা হবে 16.9662 km (Ans.)

19. **Solⁿ:** $T_2 = T_1 \times \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$

$\Rightarrow T_2 = 2 \times \sqrt{\frac{9.8}{11}}\text{ s}$

$\therefore T_2 = 1.88776\text{ s}$



$a_{eff} = \sqrt{g^2 + a^2}$

$= \sqrt{9.8^2 + 5^2} = 11\text{ ms}^{-2}$

আবার, $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 1.88776 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{500}}$

$\therefore m = 45.1265\text{ kg}$. (Ans.)

20. **Solⁿ:** $L_2 = L_1 + L_1\alpha\,\Delta\theta$

$= L_1\,[1 + 0.000616 \times (-20)] = 0.98768\,L_1$

$T_2 = T_1 \times \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = 2 \times \sqrt{0.98768} = 1.987642$ sec.

আবার, $\frac{T_h}{T_2} = \sqrt{\frac{g}{g_h}} = \frac{R+h}{R} = \frac{6400+10}{6400} = \frac{641}{640}$

$\therefore T_h = 1.99074751$ sec

এখন, $T_h = \frac{86400\times2}{86400+n} \therefore n = 401.56$ sec সময় অর্জন করবে। (Ans.)

অধ্যায় ০৯

তরঙ্গ

টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** তরঙ্গবেগ, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য	10	08	BUET’13-14, 10-11; RUET’10-11; CUET’15-16, 11-12; BUTEX’14-15; IUT’20-21, 17-18, 16-17	BUET’11-12; RUET’11-12, 06-07, 04-05; CUET’08-09; BUTEX’07-08, 05-06; 04-05
✪✪✪	**T-02:** অগ্রগামী তরঙ্গ	11	05	BUET’10-11; KUET’15-16, 13-14, 10-11; RUET’12-13; CUET’14-15, 11-12; IUT’10-11; SUST'25-26; BUTEX’14-15, 13-14;	BUET’04-05; KUET’04-05 ; RUET’15-16; BUTEX'18-19, 02-03;
✪	**T-03:** তরঙ্গের উপরিপাতন	01	01	BUET’16-17	BUET’14-15]
✪✪	**T-04:** স্থির তরঙ্গ	04	04	BUET’12-13, 07-08; RUET’11-12, IUT’20-21	BUET'18-19, 16-17, 13-14; BUTEX’06-07
✪✪	**T-05:** বীট (স্বরকম্প)	06	04	BUET’11-12; CUET’13-14, 10-11; CKRUET’20-21; BUTEX’15-16, 13-14;	BUET’03-04; KUET’05-06; KUET’03-04; BUTEX’01-02
✪✪✪	**T-06:** তরঙ্গের তীব্রতা, শব্দোচ্চতা ও তীব্রতা লেভেল	21	12	BUET'13-14, 11-12; KUET'17-18, 16-17, 14-15, 13-14; CUET’11-12; BUTEX’15-16, 14-15, 13-14; IUT’20-21, 19-20, 18-19, 16-17, 14-15, 11-12, 10-11, 08-09; SUST’07-08	BUET'20-21, 19-20, 12-13, 02-03, 01-02; KUET'19-20, 03-04; RUET’14-15, 07-08, CUET’05-06, BUTEX’09-10
✪✪	**T-07:** টানা তারে কম্পন	09	01	BUET’13-14, 10-11; KUET'18-19, 11-12; CUET’10-11; BUTEX’14-15, 11-12; IUT’20-21, 19-20;	RUET’09-10
✪	**T-08:** এক/দুইমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পন	01	02	IUT'17-18	RUET’06-07; BUTEX’08-09,

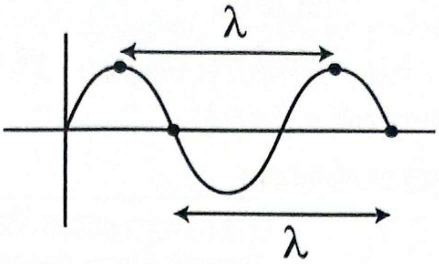
T-01: তরঙ্গবেগ, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য

কনসেপ্ট রিভিউ

তরঙ্গবেগ, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক এর মধ্যে সম্পর্ক:
(v) (λ) (f)

$$v = f\ \lambda$$

↙ মাধ্যমের উপর নির্ভর করে ↘ উৎস/source এর উপর নির্ভর করে



দুইটি তরঙ্গের মাধ্যম একই হলে, $v_1 = v_2 \Rightarrow f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2$

দুইটি তরঙ্গের উৎস একই হলে, $f_1 = f_2 \Rightarrow \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. Velocities of sound in two media P and Q are $300\ ms^{-1}$ and $340\ ms^{-1}$ respectively. If the difference of wavelength of the two sounds is 0.2 m, then for 50 complete vibrations of a tuning fork, what distance the sound will travel in medium Q? (P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে $300\ ms^{-1}$ এবং $340\ ms^{-1}$। যদি শব্দ দুটির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.2 m হয়, তবে একটি সুরশলাকার 50টি পূর্ণ কম্পনের জন্য Q মাধ্যমে শব্দটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?) **[IUT'20-21]**

(a) 71 m (b) 75 m (c) 81 m (d) 85 m d

Solⁿ: $\Delta\lambda = 0.2 \Rightarrow \lambda_Q - \lambda_P = 0.2$

$\Rightarrow \frac{1}{f}(v_Q - v_P) = 0.2 \therefore f = \frac{340-300}{0.2} = 200\ Hz$

$\therefore \lambda_Q = \frac{v_Q}{f} = \frac{340}{200} = 1.7\ m$

∴ For 50 complete vibrations,

$d = \lambda_Q \times 50 = 85\ m$

02. A 2.5 g string, 0.75 m long, is under tension. The string produces a 700 Hz tone when it vibrates in the third harmonic. What is the wavelength of the tone in the air? (Use the speed of sound in air $v = 344\ ms^{-1}$) (2.5 g ভরের 0.75 m দীর্ঘ একটি তারকে টান টান করে রাখা আছে। তারটি যখন তৃতীয় সমমেলে কম্পিত হয় তখন 700 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর উৎপন্ন করে। বাতাসে উৎপন্ন সুরটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (বাতাসে শব্দের বেগ $v = 344\ ms^{-1}$)) **[IUT'20-21]**

(a) 0.65 m (b) 0.57 m (c) 0.33 m (d) 0.5 m d

Solⁿ: $v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{344}{700} \therefore \lambda = 0.5m$

03. A tuning fork vibrating gently produces the note C. Another tuning fork produces the note C, an octave higher in pitch than C and slightly louder than C. The speed of the wave produced by the second fork, as compared with that produced by the first fork, is: (একটি সুরশলাকা মৃদুভাবে কম্পিত হয়ে C স্বর উৎপন্ন করে। অপর একটি সুরশলাকা C স্বরের চেয়ে এক অষ্টক উচ্চ গ্রামের এবং সামান্য জোরালো একটি স্বর উৎপন্ন করে। দ্বিতীয় সুরশলাকা দ্বারা উৎপন্ন তরঙ্গের বেগ, প্রথম সুরশলাকা দ্বারা উৎপন্ন তরঙ্গের বেগের তুলনায়:) **[IUT'17-18]**

(a) 8 times as great (b) 4 times as great
(c) 2 times as great (d) the same d

Solⁿ: Same medium, so speed will remain the same.

04. Two sources are producing sound in a medium with frequencies 480 Hz and 360Hz, respectively. The difference in wavelength corresponding to those two frequencies is 2 m. What is the velocity of sound in that medium? (একটি মাধ্যমে দুটি উৎস যথাক্রমে 480 Hz এবং 360 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ উৎপন্ন করছে। ঐ দুটি কম্পাঙ্কের সাথে সংশ্লিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2 m। ঐ মাধ্যমে শব্দের বেগ কত?) **[IUT'16-17]**

(a) $2880ms^{-1}$ (b) $2980ms^{-1}$
(c) $2860ms^{-1}$ (d) $2580ms^{-1}$ a

Solⁿ: $\Delta\lambda = v\left(\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}\right)$

$\therefore v = 2880\ ms^{-1}$

05. একটি শব্দ তরঙ্গ বায়ুতে 3 মিনিটে 1080m দূরত্ব অতিক্রম করে। এই শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 60cm হলে তরঙ্গের পর্যায়কাল কত? **[CUET'15-16]**

(a) None of them (b) 10 sec
(c) 1 sec (d) 0.1 sec d

Sol^n: $v = \frac{1080}{3\times60} = 6ms^{-1}; T = \frac{\lambda}{v} = 0.1s$

06. স্থির তাপমাত্রায় চাপ বাড়ালে শব্দের বেগ- **[BUTEX'14-15]**

(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) একই থাকবে (d) কোনটিই না c

Sol^n: শব্দের বেগের ওপর চাপের প্রভাব নেই।

07. একটি শব্দ-তরঙ্গ এক মাধ্যম হতে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করলে, পরিবর্তিত হয়- **[BUET'13-14]**

(a) কম্পাঙ্ক ও বেগ (b) কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য
(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বেগ
(d) কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বেগ d

Sol^n: শব্দ তরঙ্গ মাধ্যম পরিবর্তন করলে বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হয়, কম্পাঙ্ক ধ্রুব থাকে।

08. একটি সুরশলাকা 2.5m দীর্ঘ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য তৈরী করতে পারে। যদি ঐ তরঙ্গের বেগ $340ms^{-1}$ হয়, তবে সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত? **[RUET'10-11]**

(a) 316Hz (b) 613Hz (c) 631Hz
(d) 136Hz (e) 163Hz d

Sol^n: $v = f\lambda \Rightarrow 340 = f \times 2.5$

$\therefore f = 136Hz$

09. নিচের কোন তথ্যটি শব্দ তরঙ্গের জন্য প্রযোজ্য নয়? **[CUET'11-12]**

(a) শ্রাব্যতার ন্যূনতম সূচনাসীমা $1 \times 10^{-12}W(0dB)$
(b) শব্দ একটি অগ্রগামী দীঘল তরঙ্গ
(c) শব্দ তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য কোন জড় মাধ্যমের প্রয়োজন হয়না
(d) শব্দের বেগ তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে c

10. শব্দ তরঙ্গকে বায়ুতে সমবর্তন করা যায় না, কারণ এ ধরনের তরঙ্গ হল- **[BUET'10-11]**

(a) চলমান (b) স্থির (c) অনুপ্রস্থ (d) অনুদৈর্ঘ্য d

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলূভ

01. সমুদ্রের তলদেশে কোন উৎস হতে 660Hz কম্পাঙ্কের সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে 1km উচ্চতায় পৌঁছাতে 3.33sec সময় লাগলে শব্দের উৎসটি সমুদ্রের তলদেশে কত গভীরে অবস্থান করবে নির্ণয় কর। [বায়ু ও পানিতে 660Hz কম্পাঙ্কের শব্দ তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 1.85m এবং বাতাসে শব্দের বেগ $330ms^{-1}$] **[BUET'11-12]**

Sol^n: $\lambda_w - \lambda_a = 1.85 \Rightarrow \frac{v_w}{f} - \frac{v_a}{f} = 1.85$

$\Rightarrow (v_w - v_a)\frac{1}{f} = 1.85$

$\Rightarrow v_w - v_a = 1.85 \times 660$

$\Rightarrow v_w = 1.85 \times 660 + v_a = 1551ms^{-1}$

বায়ুতে 1km উচ্চতায় উঠতে শব্দের সময় লাগে

$= \frac{1000}{330} = 3.03sec$

$\therefore$ সমুদ্রের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে উঠতে সময়

$= (3.33 - 3.03) = 0.3sec$

$\therefore$ সমুদ্রের গভীরতা $= 1551 \times 0.3 = 465.3m$ **(Ans.)**

02. কোন ব্যক্তি একটি পাহাড়ে দাঁড়িয়ে শব্দ করলেন এবং শব্দ প্রতিধ্বনিত হয়ে 3sec পরে ঐ ব্যক্তির নিকট পৌঁছাল। প্রতিধ্বনি শোনার পর ব্যক্তিটি পাহাড়ের দিকে 550ft অগ্রসর হয়ে পুনরায় শব্দ করলেন এবং এর প্রতিধ্বনি 2sec পরে শুনতে পেলেন। শব্দের গতি এবং পাহাড় থেকে ব্যক্তির প্রথম অবস্থানের মধ্যে দূরত্ব F. P. S. সিস্টেমে কত হবে? **[RUET'11-12]**

Sol^n: শব্দ A হতে D তে গিয়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসে। অর্থাৎ 2d দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

প্রথম ক্ষেত্রে, $2d = 3v \Rightarrow d = \frac{3v}{2}$

[$s = vt$ সূত্র; যেহেতু শব্দ সমবেগে চলে]

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে 550ft অগ্রসর হয়ে B বিন্দুতে পৌঁছা
অনুরূপভাবে $2(d - 550) = 2v$

$\Rightarrow \frac{3v}{2} - 550 = v \Rightarrow 3v - 1100 = 2v$

$\therefore v = 1100\ fts^{-1}\ \therefore d = \frac{3\times1100}{2}ft\ \therefore d = 1650ft$ **(Ans.**

03. কোন সুরশলাকা একটি মাধ্যমে 5cm দৈর্ঘ্যের এবং $350ms^{-}$ বেগের শব্দ তরঙ্গ উৎপন্ন করে। অপর একটি মাধ্যমে তরঙ্গবে যদি $332.5ms^{-1}$ হয় তবে ঐ মাধ্যমে সুরশলাকার 10 কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে? **[CUET'08-09; BUTEX'07-08, 04-05**

Sol^n: $f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{350}{0.05} = 7000Hz$

$\therefore \lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{332.5}{7000} = 0.0475m$

$\therefore$ দূরত্ব $= (0.0475 \times 100) = 4.75m$ **(Ans.)**

04. 1005 m দীর্ঘ একটি ফাঁপা লোহার চোঙ্গের এক মুখে শব্দ করলে অপর মুখে 2.8sec সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যায়। বায়ুতে শব্দের বেগ 335 ms^{-1} হলে লোহার মধ্যে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

Sol

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $t_2 = \frac{1005}{335} = 3s;\ t_2 - t_1 = 2.8s$

$\Rightarrow 3 - 2.8 = t_1 \Rightarrow t_1 = 0.2s$

$\therefore v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{1005}{0.2} = 5025\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

05. বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.16 মিটার। বায়ুতে শব্দের বেগ $352ms^{-1}$ হলে পানিতে শব্দের বেগ কত? **[RUET'04-05, BUTEX'05-06]**

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $\lambda_w - \lambda_a = 4.16$

$\Rightarrow v_w - v_a = 4.16 \times f\ [f = 300\ HZ]$

পানিতে শব্দের বেগ বেশি, তাই λ বেশি $[v = f\lambda, f\ same]$

$\Rightarrow v_w = 352 + 4.16 \times 300 = 1600\ ms^{-1}$ (Ans.)

T-02: অগ্রগামী তরঙ্গ

কনসেপ্ট রিভিউ

তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $= \lambda$

সঞ্চরণ ধ্রুবক, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

কম্পাঙ্ক $= f$

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = 2\pi f$

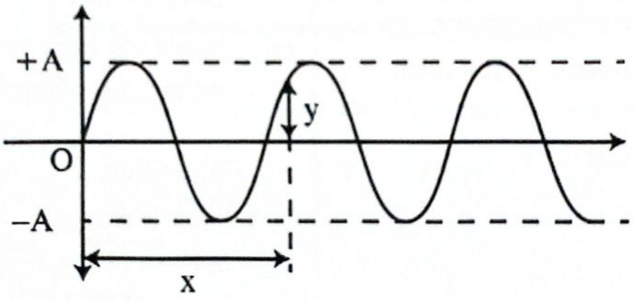
বেগ, $v = f\lambda = \frac{\omega}{k}$

বিস্তার $= A$

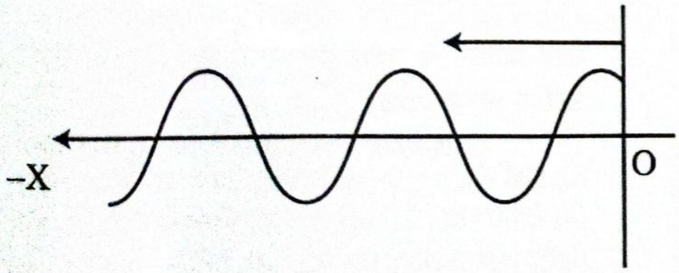
+x অক্ষ বরাবর গতিশীল অগ্রগামী তরঙ্গের ক্ষেত্রে-

t সময়ে মূল বিন্দু থেকে x দূরত্বে তরঙ্গের উপরে অবস্থিত/তরঙ্গ সঞ্চারণকারী/ তরঙ্গস্থিত কণার অবস্থান/গতির সমীকরণ:

$$y = A\sin(\omega t - kx) = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$



(−)ve x অক্ষ বরাবর গতিশীল তরঙ্গের ক্ষেত্রে,



$$y = A\sin(\omega t + kx) = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$$

বিশেষ দ্রষ্টব্য:

অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণে sin অথবা cos যেকোনোটিই থাকতে পারে। এক্ষেত্রে, ω, k, f, λ, v এর মান বা, হিসাব-নিকাশ পরিবর্তন হয় না।

Case-01	Case-02
পথ পার্থক্য ও দশা পার্থক্যের সম্পর্ক	সময়ের পার্থক্য ও দশা পার্থক্যের সম্পর্ক
পথ পার্থক্য = Δx দশা পার্থক্য = $\Delta\phi = k\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$	দশা পার্থক্য = $\Delta\phi = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T}\Delta t$
সমদশা: $\left.\begin{matrix}\Delta\phi = 2n\pi \\ \Delta x = n\lambda\end{matrix}\right\}$ n পূর্ণসংখ্যা	সমদশা: $\left.\begin{matrix}\Delta\phi = 2n\pi \\ \Delta t = nT\end{matrix}\right\}$ n পূর্ণসংখ্যা
বিপরীত দশা: $\left.\begin{matrix}\Delta\phi = (2n-1)\pi \\ \Delta x = (2n-1)\frac{\lambda}{2}\end{matrix}\right\}$ n পূর্ণসংখ্যা	বিপরীত দশা: $\left.\begin{matrix}\Delta\phi = (2n-1)\pi \\ \Delta t = (2n-1)\frac{T}{2}\end{matrix}\right\}$ n পূর্ণসংখ্যা

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি তরঙ্গে দুটি কণা 0.159 m ব্যবধানে অবস্থিত। কণা দুটির দশা পার্থক্য 1.85 rad। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 512 Hz হলে, তরঙ্গের বেগ কত ms^{-1}? [SUST'25-26]

(a) 138.24 (b) 136.24 (c) 276.48 (d) 452.96 c

Solⁿ: $\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \Delta\phi$

$\therefore \lambda = \frac{\Delta x \times 2\pi}{\Delta\phi} = \frac{0.159\times 2\pi}{1.85} = 0.54$ m

$\therefore v = f\lambda = (512 \times 0.54) = 276.48\ ms^{-1}$

02. একটি সরল ছন্দিত তরঙ্গ গ্যাসের মধ্য দিয়ে +X অক্ষের দিকে চলমান এবং ইহার বিস্তার 2 cm, বেগ 30 ms^{-1} এবং কম্পাঙ্ক 300s^{-1}। মূল বিন্দু হতে 100 cm দূরত্বে 6 sec পরে অগ্রগামী তরঙ্গটির সরণ কত? [KUET'15-16]

(a) 3000cm (b) 100cm (c) 10cm
(d) 6cm (e) 0 e

Solⁿ: সমীকরণ: $y = 2\sin(\omega t - \delta)$

[+X অক্ষ বরাবর]

এখানে, $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times x = \frac{2\pi x}{\frac{v}{f}}$

$\therefore y = 2\sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi fx}{v}\right)$

$\therefore$ 6s পরে সরণ,

$y = 2\sin\left(2\pi \times 300 \times 6 - \frac{2\pi\times 300\times 1}{30}\right) = 0$

03. একটি টানা তারে প্রবাহিত অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 10\sin\left(\frac{t}{0.2} - \frac{x}{100}\right)$, যেখানে x ও y এর একক সেন্টিমিটার এবং t এর একক সেকেন্ড। তরঙ্গটির গতি কত? [CUET'14-15]

(a) 500 cms^{-1} (b) 50 ms^{-1}
(c) 10 ms^{-1} (d) 400 cms^{-1} a

Solⁿ: $y = 10\sin\left(\frac{t}{0.2} - \frac{x}{100}\right)$

$= 10\sin\frac{1}{100}\left(\frac{100}{0.2}t - x\right) = 10\sin\frac{1}{100}(500t - x)$

$\therefore v = 500cms^{-1}$

04. কোন তরঙ্গের দুটো বিন্দুর দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{4}$ হলে পথ পার্থক্য কত? [BUTEX'14-15, 13-14]

(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) $\frac{\lambda}{4}$ (c) $\frac{\lambda}{6}$ (d) $\frac{\lambda}{8}$ d

Solⁿ: $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta x$

$\Rightarrow \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{8}$

05. একই তরঙ্গে দুইটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$। এই বিন্দু দুইটির মধ্যে দশা পার্থক্য নির্ণয় কর? [KUET'13-14]

(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{2\pi}{3}$ (c) $\frac{\pi}{6}$
(d) $\frac{3\pi}{4}$ (e) $\frac{\pi}{2}$ e

Solⁿ: দশা পার্থক্য = পথ পার্থক্য × $\frac{2\pi}{\lambda}$

$= \frac{\lambda}{4} \times \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$

06. তরঙ্গের দুটি কণার মধ্যে পথ পার্থক্য 0.325 m এবং দশা পার্থক্য 3.14 রেডিয়ান হলে তরঙ্গের দৈর্ঘ্য কত? [RUET'12-13]

(a) 0.46 m (b) 0.65 cm (c) 0.56 cm
(d) 0.56 m (e) 0.65m e

Solⁿ: $\frac{\text{পথ পার্থক্য}}{\lambda} = \frac{\text{দশা পার্থক্য}}{2\pi}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{0.325\times 2\pi}{3.14} = 0.65$m

07. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 2\sin\pi(500t - x)$, সরণ মিটারে ও সময় সেকেন্ডে প্রকাশ করা আছে; এ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কত? [CUET'11-12; BUET'10-11; IUT'10-11]

(a) 500 Hz (b) 250 Hz
(c) 1000 Hz (d) None of these b

Solⁿ: $y = 2\sin\pi(500t - x)$

বা, $y = 2\sin\frac{2\pi}{2}(500t - x)$..........(i)

(i) নং কে অগ্রগামী তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ

$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$a = 2m, \lambda = 2m, v = 500ms^{-1}$

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{500}{2} = 250$Hz

08. চলমান তরঙ্গের সরণের সমীকরণ $y = 10\sin\ 2\pi(340t - 0.15x)$, এখানে x এবং y এর একক মিটার এবং t এর একক সেকেন্ড। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[KUET'10-11]**

(a) 10m (b) 340m (c) 0.15m

(d) 2πm (e) 6.67m **e**

Solⁿ: $y = a\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$;

$\omega = 2\pi \times 340;\ \frac{2\pi}{\lambda} = 0.15 \times 2\pi\ \therefore \lambda = 6.67\text{m}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. $y = 8\cos(5x - 30t)\text{m}$ অগ্রগামী তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য গণনা কর। **[BUTEX'18-19]**

Solⁿ: $y = 8\cos(5x - 30t)\ \ldots\ldots$ (i);

$y = a\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda} - 2\pi ft\right)\ \ldots\ldots$ (ii)

(i) ও (ii) তুলনা করে পাই, $5x = \frac{2\pi x}{\lambda}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{5} = 1.26\text{m}$ **(Ans.)**

02. MKS unit এ একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.5\sin\left(200\pi t - \frac{20\pi x}{13}\right)$ নির্ণয় কর, (i) কম্পাঙ্ক (ii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং (iii) তরঙ্গ বেগ। নির্ণয় কর, (i) কম্পাঙ্ক (ii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং (iii) তরঙ্গ বেগ। **[RUET'15-16; BUET'04-05]**

Solⁿ: $y = 0.5\sin\left(200\pi t - \frac{20\pi x}{13}\right)$

$= 0.5\sin\left\{\frac{20\pi}{13}(130t - x)\right\} = 0.5\sin\left\{\frac{2\pi}{\frac{13}{10}}(130t - x)\right\}$

(i) কম্পাঙ্ক, $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{130}{1.3} = 100\text{Hz}$

(ii) তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.3\text{m}$

(iii) তরঙ্গ বেগ, $v = 130\text{ms}^{-1}$(Ans.)

একে $y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$ সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই, $\lambda = \frac{13}{10} = 1.3\text{m};\ v = 130\text{ms}^{-1}$

03. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ হচ্ছে $y = 100\sin\pi\left(\frac{x}{100} - \frac{t}{0.25}\right)$। এখানে সব কয়টি রাশি SI এককে হলে তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, পর্যায়কাল, কম্পাঙ্ক এবং বেগ নির্ণয় কর। **[KUET'04-05; BUTEX'02-03]**

Solⁿ: $y = 100\sin\pi\left(\frac{x}{100} - \frac{t}{0.25}\right)$

$= -100\sin\pi\left(\frac{t}{0.25} - \frac{x}{100}\right)$

$= -100\sin\frac{\pi}{100}\left(\frac{t\times100}{0.25} - x\right)$

$= -100\sin\frac{2\pi}{200}(400t - x)$

$y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$........ এর সাথে তুলনা করে,

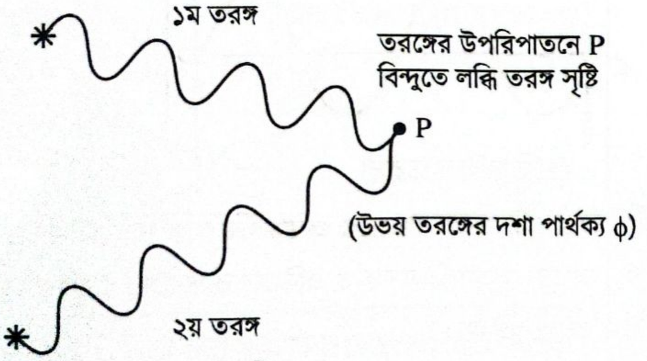
$\therefore \lambda = 200\text{m}, v = 400\ \text{ms}^{-1}$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{400}{200} = 2\text{Hz}$

$T = \frac{1}{f} = 0.5\text{s}$ **(Ans.)**

T-03: তরঙ্গের উপরিপাতন

কনসেপ্ট রিভিউ


১ম তরঙ্গ
তরঙ্গের উপরিপাতনে P বিন্দুতে লব্ধি তরঙ্গ সৃষ্টি
P
(উভয় তরঙ্গের দশা পার্থক্য ϕ)
২য় তরঙ্গ

১ম তরঙ্গের বিস্তার A_1, তীব্রতা I_1

২য় তরঙ্গের বিস্তার A_2, তীব্রতা I_2

লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার, $A_{net} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\phi}$

লব্ধি তরঙ্গের তীব্রতা, $I_{net} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1}\sqrt{I_2}\cos\phi$

সমদশায় তরঙ্গের উপরিপাতন	বিপরীত দশায় তরঙ্গের উপরিপাতন
$\phi = 2n\pi \therefore \cos\phi = 1$ $A_{net} = (A_1 + A_2) = A_{max}$ $I_{net} = \left(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}\right)^2 = I_{max}$ এক্ষেত্রে, লব্ধি তরঙ্গের তীব্রতা ও বিস্তার সর্বোচ্চ।	$\phi = (2n - 1)\pi \therefore \cos\phi = -1$ $A_{net} = A_1{\sim}A_2 = A_{min}$ $I_{net} = \left(\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}\right)^2 = I_{min}$ এক্ষেত্রে, লব্ধি তরঙ্গের তীব্রতা ও বিস্তার সর্বনিম্ন।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুভ

01. $\frac{\pi}{3}$ দশা পার্থক্যের সদৃশ্য দুইটি তরঙ্গ একই দিকে ধাবিত হচ্ছে। এদের বিস্তার যথাক্রমে 4 এবং 5 একক হলে লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার কত? **[BUET'16-17]**

(a) 7.11 unit (b) 7.18 unit
(c) 7.81 unit (d) 8.70 unit
(e) 9.81 unit

C

Sol^n: $A = \sqrt{4^2 + 5^2 + 2 \times 4 \times 5 \cos\frac{\pi}{3}}\ \text{unit}$

$= 7.81$ unit

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01. দুটি $\frac{\pi}{2}$ rad দশা পার্থক্যের সদৃশ অগ্রগামী তরঙ্গ একই দিকে ধাবিত হচ্ছে। যদি তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার y_m হয় তবে লব্ধি তরঙ্গটির বিস্তার কত? **[BUET'14-15]**

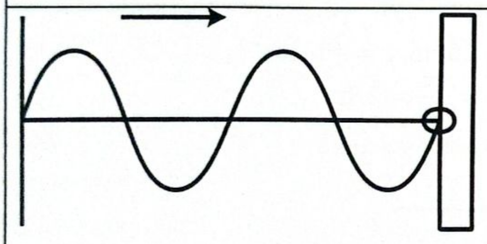
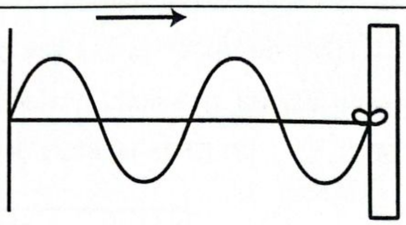
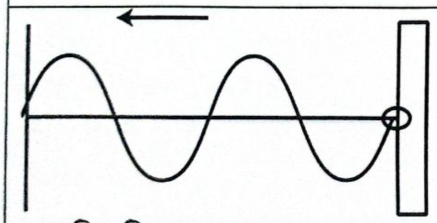
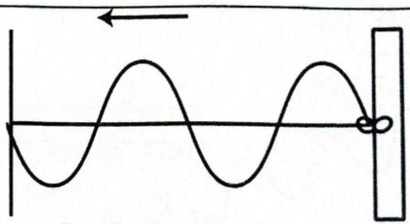
Sol^n: $A_R = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\phi)}$

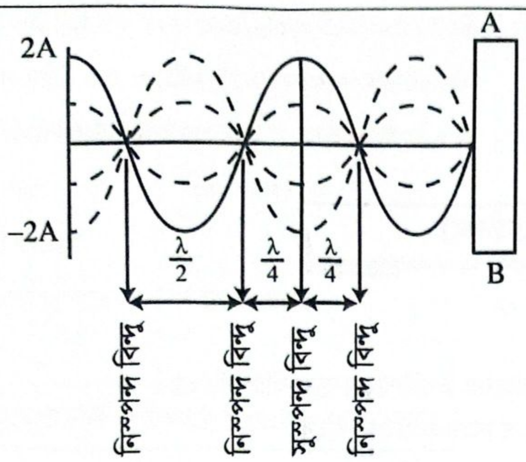
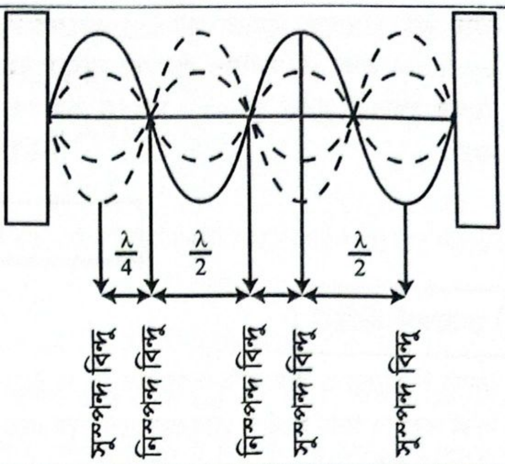
$= \sqrt{y_m^2 + y_m^2 + 2y_m^2\cos\left(\frac{\pi}{2}\right)} = \sqrt{2y_m^2 + 0}$

$= \sqrt{2}\,y_m$ (Ans.)

T-04: স্থির তরঙ্গ

কনসেপ্ট রিভিউ

Case-01	**Case-02**
মুক্ত প্রান্তে প্রতিফলনে সৃষ্ট স্থির তরঙ্গ	বদ্ধ প্রান্তে প্রতিফলনে সৃষ্ট স্থির তরঙ্গ
 (অগ্রগামী তরঙ্গ) (মুক্ত প্রান্ত)	 (অগ্রগামী তরঙ্গ) (বদ্ধপ্রান্ত)
 (প্রতিফলিত তরঙ্গ) অগ্রগামী তরঙ্গ প্রতিফলন প্রান্তে মুক্ত আংটার উপস্থিতিতে (আংটাটি উপরে নিচে উঠা-নামা করতে সক্ষম) মুক্তভাবে স্পন্দিত হয় ও প্রতিফলিত তরঙ্গ সমদশায় বিপরীত দিকে ফিরে আসে। অগ্রগামী তরঙ্গ ও প্রতিফলিত তরঙ্গের উপরিপাতনে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।	 (প্রতিফলিত তরঙ্গ) অগ্রগামী তরঙ্গ বদ্ধপ্রান্তে প্রতিফলিত হয়ে বিপরীত দশায় ফিরে আসে। অগ্রগামী তরঙ্গ ও প্রতিফলিত তরঙ্গের উপরিপাতনে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।
অগ্রগামী তরঙ্গ: $y_1 = a\sin(\omega t - kx)$ প্রতিফলিত তরঙ্গ: $y_2 = a\sin(\omega t + kx)$ স্থির তরঙ্গ: $y_{net} = y_1 + y_2$ $= 2a\sin\omega t\cos kx$ $= \underline{(2a\cos kx)}\sin\omega t = A\sin(\omega t)$ $A = 2a\cos kx$ (লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার)	অগ্রগামী তরঙ্গ: $y_1 = a\sin(\omega t - kx)$ প্রতিফলিত তরঙ্গ: $y_2 = -a\sin(\omega t + kx)$ স্থির তরঙ্গ: $y_{net} = y_1 + y_2 = 2a\cos\omega t\sin kx$ $= \underline{2a\sin kx}\cos\omega t = A\cos(\omega t)$ $A = 2a\sin kx$ (লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার)

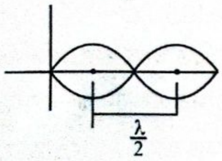
 2A −2A A B $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{4}$ $\frac{\lambda}{4}$ নিস্পন্দ বিন্দু নিস্পন্দ বিন্দু সুস্পন্দ বিন্দু নিস্পন্দ বিন্দু	 $\frac{\lambda}{4}$ $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{2}$ সুস্পন্দ বিন্দু নিস্পন্দ বিন্দু নিস্পন্দ বিন্দু সুস্পন্দ বিন্দু সুস্পন্দ বিন্দু
• পরপর দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব = $\frac{\lambda}{2}$ • পরপর দুইটি সুস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব = $\frac{\lambda}{2}$ • পরপর একটি সুস্পন্দ ও একটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব = $\frac{\lambda}{4}$	• পরপর দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব = $\frac{\lambda}{2}$ • পরপর দুইটি সুস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব = $\frac{\lambda}{2}$ • পরপর একটি সুস্পন্দ ও একটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব = $\frac{\lambda}{4}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

02. একটি স্থির তরঙ্গ- **[BUET'12-13]**
   (a) দুইটি সদৃশ্য বিপরীত দিকে অগ্রসরমান তরঙ্গের সাহায্যে গঠন করা যায়
   (b) অবশ্যই আড়তরঙ্গ
   (c) অবশ্যই দীঘল তরঙ্গ
   (d) অর্ধ তরঙ্গের চেয়ে কম দূরত্বে নিস্পন্দ বিন্দু আছে a

03. একটি স্থির তরঙ্গের পাশাপাশি দুটি সুস্পন্দ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব: **[RUET'11-12, BUET'07-08]**
   (a) λ (b) $\frac{\lambda}{2}$ (c) $\frac{\lambda}{4}$ (d) 0 b

Sol^n:



বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি স্থির তরঙ্গের সমীকরণ $y = 8\sin\frac{\pi x}{6}\cos 64\,\pi t$ এখানে x ও y cm-এ ও t s এ প্রকাশিত। যে দুটি তরঙ্গের মিলিত ক্রিয়ায় স্থির তরঙ্গটি উৎপন্ন হয়েছে তাদের বিস্তার, কম্পাংক ও বেগ নির্ণয় কর। **[BUET'18-19, 13-14]**

Sol^n: প্রদত্ত সমীকরণকে $y = 2a\cos\ \frac{2\pi}{\lambda}vt\sin\frac{2\pi}{\lambda}x$ এর সাথে তুলনা করে পাইঃ

$2\pi\frac{v}{\lambda} = 64\pi \Rightarrow \frac{v}{\lambda} = 32 \quad \Rightarrow f = 32\text{Hz}$ (Ans.)

$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \lambda = 12\text{cm}$

$\therefore v = f\lambda = 32 \times 12 = 384\text{cms}^{-1} = 3.84\ \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

$2a = 8\text{cm} \Rightarrow a = 0.04\text{m}$ (Ans.)

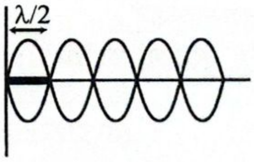
02. একটি সুতায় দুটি তরঙ্গের মিলনের ফলে যে স্থিরতরঙ্গের সৃষ্টি হয় তার সমীকরণ হচ্ছে $y = 5\sin\frac{\pi x}{3}\cos 40\pi t$, যেখানে x ও y হল সে.মি. এ এবং t হল সেকেন্ডে। (a) তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার ও বেগ কত? (b) দুটি পর পর নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? **[BUET'16-17]**

Sol^n: স্থির তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ,

$y = 2a\cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda}\right)\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

যেখানে, মূল তরঙ্গদ্বয়, $y_1 = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$;

$y_2 = -a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$; $y = 5\sin\left(\frac{\pi x}{3}\right)\cos(40\pi t)$



এখানে, sine এবং cosine উভয়েই sinusoidal function তাই প্রদত্ত স্থির তরঙ্গের সমীকরণের x এবং t এর সহগ সাধারণ সমীকরণের সাথে তুলনা করা যায়।

$\therefore \frac{2\pi}{\lambda}v = 40\pi, \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3}, 2a = 5$

(a) তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকের বিস্তার = $\frac{5}{2}$ cm,

বেগ = 120cms^{-1} **(Ans)**

(b) $\lambda = 6\text{cm}$

$\therefore$ পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব = $\frac{\lambda}{2} = 3\text{cm}$ **(Ans)**

03. কোন এক সীমাবদ্ধ মাধ্যমে সৃষ্ট স্থির তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 512 cycle/sec এবং ঐ তরঙ্গের পরস্পর সংলগ্ন দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 35 cm। মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। **[BUTEX'06-07]**

Sol^n: $f = 512$ cycle/sec;

$\frac{\lambda}{2} = 0.35 \Rightarrow \lambda = (0.35 \times 2)\text{m}$,

$\therefore v = f\lambda = 512 \times 0.35 \times 2 = 358.4\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

T-05: বীট (স্বরকম্প)

কনসেপ্ট রিভিউ

- ➢ একই বিস্তারের ও কাছাকাছি কম্পাঙ্কের (f_1 ও f_2; $f_1 > f_2$) দুইটি তরঙ্গের উপরিপাতন হলে বীট সৃষ্টি হয়।
- ➢ লব্ধি তরঙ্গের সরণ সর্বোচ্চ হলে জোরালো শব্দ এবং সরণ সর্বনিম্ন হলে নিঃশব্দ পাওয়া যাবে।
- ➢ পরপর দুইটি জোরালো শব্দ/নিঃশব্দের মধ্যে সময় ব্যবধান $= \frac{1}{f_1 - f_2}$
- ➢ প্রতি সেকেন্ডে জোরালো শব্দ/নিঃশব্দ/বীট সংখ্যা $= f_1 - f_2$ বার

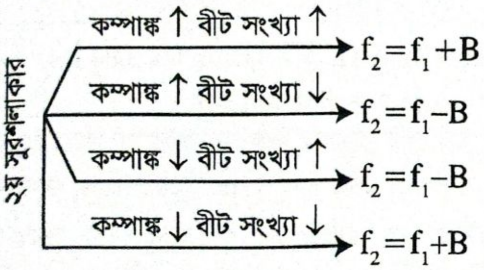
  $\therefore B = f_1 - f_2$

* মোম যুক্ত করলে → সুরশলাকার ভর ↑ → কম্পাঙ্ক (f)↓

* শিরিষ কাগজে ঘষলে → সুরশলাকার ভর ↓ → কম্পাঙ্ক (f)↑

দুইটি সুরশলাকাকে একত্রে শব্দায়িত করলে B কম্পাঙ্কের বীট সৃষ্টি হয়।

ধরি, ১ম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক f_1



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. A ও B দুটি সুর শলাকা একটি গ্যাসে 50 cm ও 51 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শব্দ উৎপন্ন করে। শলাকা দুটিকে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে 6 টি বিট শোনা যায়। গ্যাসটিতে শব্দের বেগ কত? **[CKRUET'20-21; BUTEX'13-14]**

(a) 146 ms^{-1} (b) 153 ms^{-1}
(c) 157 ms^{-1} (d) 155 ms^{-1}
(e) None of them b

Sol^n: $\lambda_A < \lambda_B \therefore f_A - f_B = 6$

$\Rightarrow \frac{v}{\lambda_A} - \frac{v}{\lambda_B} = 6 \Rightarrow v\left(\frac{1}{0.50} - \frac{1}{0.51}\right) = 6$

$\Rightarrow v = 153\text{ms}^{-1}$

02. A ও B দুটো সুরশলাকা একত্রে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বিট শোনা যায়। A এর ভর কমালে বিট কমে। A এর কম্পাঙ্ক কত? $f_B = 440$ Hz. **[BUTEX'15-16]**

(a) 440 Hz (b) 435 Hz
(c) 445 Hz (d) 450 Hz b

Sol^n: A এর ভর কমালে বিট কমে।

সুতরাং, $f_A < f_B$

$\therefore f_B - f_A = 5$

$\Rightarrow f_A = (440 - 5)\text{Hz} = 435\text{Hz}$

03. দুটি সুর শলাকা একত্রে শব্দায়িত হলে এরা প্রতি সেকেন্ডে 10 টি বীট সৃষ্টি করে। যদি এদের একটির কম্পাংক 280Hz হয়, তবে অপরটির কম্পাংক কত হবে? **[CUET'13-14]**

(a) 290 Hz (b) 270 Hz
(c) both a & b (d) None of these c

Sol^n: $f = 280 \pm 10 = 270$ বা, 290

04. 400Hz কম্পাঙ্কের একটি টিউনিং ফর্ক 802 Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত হলে শ্রাব্য বীটের সংখ্যা হয়- **[BUET'11-12]**

(a) 402 (b) 20
(c) 2 (d) None of these d

Sol^n: বীটের সংখ্যা $= 802 - 400 = 402$ Hz যা মানুষের কানে শোনা সম্ভব নয়। বিট সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে 10 টি বা তার কম হলে মানুষের কান তা শুনতে পায়।

05. যখন দুটি শব্দ সুর শব্দ করে তখন একটা নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের বীট শোনা যায়। যদি একটি সুরের কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি করা হয় তবে বীটের কম্পাঙ্ক কেমন হবে? [CUET'10-11]

(a) বৃদ্ধি পায়
(b) কমে যায়
(c) একই থাকে
(d) বৃদ্ধি পেতে পারে বা কমে যেতে পারে

d

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. A ও B কে একই সাথে কাঁপালে প্রতি সেকেন্ডে 5 টি স্বরকম্পের সৃষ্টি হয়। যদি A এর উপর কিছুটা ওজন দেয়া যায়, তবে স্বরকম্পের সংখ্যা কমে যায়। যদি B এর কম্পাঙ্ক প্রতি সেকেন্ডে 256 হয়, তবে A এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [BUET'03-04]

Sol^n: দেওয়া আছে, B কম্পাঙ্ক, $f_B = 256s^{-1}$

স্বরকম্পের সংখ্যা, $f = 5s^{-1}$

ধরি, A -এর কম্পাঙ্ক $= f_A$

$\therefore |f_B - f_A| = f$

$\therefore$ A -তে ওজন দিলে স্বরকম্পের সংখ্যা কমে যায় কাজেই,

$f_A > f_B$

$\therefore f_A - 265 = 5$ বা, $f_A = 261s^{-1} = 261$ Hz

02. 2 টি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1m ও 1.01m, যারা একসাথে একটি গ্যাসে 6 সেকেন্ডে 20 টি বীট উৎপন্ন করে ঐ মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। [KUET'03-04; BUTEX'01-02]

Sol^n: $f = \frac{20}{6}, f_1 - f_2 = f$

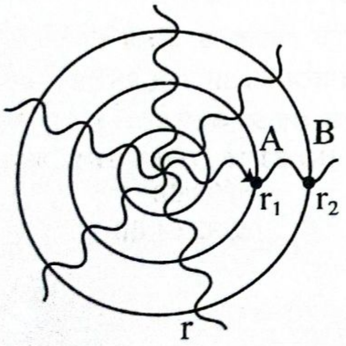
$\Rightarrow v\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = f$

$\Rightarrow v = \frac{20}{6} \times \frac{1.01}{0.01} = 336.67ms^{-1}$ (Ans.)

T-06: তরঙ্গের তীব্রতা, শব্দোচ্চতা ও তীব্রতা লেভেল

কনসেপ্ট রিভিউ

- s উৎস থেকে P ক্ষমতার তরঙ্গ চিত্রের মত চারপাশে সঞ্চালিত হয় এবং উৎস থেকে r দূরত্বে তীব্রতা, $I = \frac{P}{4\pi r^2} \therefore I \propto \frac{1}{r^2}$



A এবং B বিন্দুতে তীব্রতার অনুপাত $= \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$

- তরঙ্গের বিস্তার a, কম্পাঙ্ক f, মাধ্যমের তরঙ্গের বেগ v এবং মাধ্যমের ঘনত্ব ρ হলে, তরঙ্গের তীব্রতা, $\boxed{I = 2\pi^2 f^2 a^2 v\rho}$

প্রমাণ তীব্রতা:

1000 Hz এর $10^{-12}Wm^{-2}$ তীব্রতাকে প্রমাণ তীব্রতা বলে। $[I_0 = 10^{-12}Wm^{-2}]$

শব্দোচ্চতা $\propto \log I$

তীব্রতার লেভেল (β) হল যেকোনো তীব্রতা এবং প্রমাণ তীব্রতা শব্দের পার্থক্য $= \log\frac{I}{I_0}B$

$\beta = \log\frac{I}{I_0}B = 10\log\frac{I}{I_0}$ dB

ক্ষমতা, $P \propto$ তীব্রতা (I); যেখানে, r নির্দিষ্ট

$\therefore \beta = \log\frac{P}{P_0}B = 10\log\frac{P}{P_0}dB$

যেখানে, $P_0 =$ প্রমাণ ক্ষমতা $= 10^{-12}W$

তীব্রতা লেভেলের পরিবর্তন: শব্দের তীব্রতা I_1 থেকে পরিবর্তিত হয়ে I_2 হলে তীব্রতা লেভেল β_1 থেকে পরিবর্তিত হয়ে β_2 হয়ে যায়।

$\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_0}; \beta_2 = 10\log\frac{I_2}{I_0}; \beta_2 - \beta_1 = 10\log\frac{I_2}{I_1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. The intensity of the waves from a point source at a distance d from the source is I. What is the intensity at a distance 2d from the source? (কোনো বিন্দু উৎস হতে d দূরত্বে তরঙ্গের প্রাবল্য I হলে, উৎস হতে 2d দূরত্বে প্রাবল্য কত হবে?) [IUT'20-21]

(a) $\frac{I}{2}$ (b) $\frac{I}{4}$ (c) 4I (d) 2I b

Sol^n: $\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{d^2}{4d^2} \therefore I_2 = \frac{I}{4}$

02. Assume that the sound level of a whisper is 20 dB and a shout is 90 dB. How many times greater is the intensity of a shout than a whisper, given that the decibel level of a sound wave is related to the intensity I of the wave by:

$dB = 10\log\frac{I}{I_0}$, where $I_0 = 10^{-12}\ Wm^{-2}$

(মনে করো, একটি ফিসফিস শব্দের তীব্রতা লেভেল 20 dB এবং একটি চিৎকারের তীব্রতা লেভেল 90 dB। চিৎকারের তীব্রতা ফিসফিস শব্দের তীব্রতার চেয়ে কত গুণ বেশি, যেখানে দেওয়া আছে যে, একটি শব্দ তরঙ্গের ডেসিবেল লেভেল (dB) তরঙ্গের তীব্রতা I এর সাথে নিম্নোক্তভাবে সম্পর্কিত: $dB = 10\log\left(\frac{I}{I0}\right)$ এবং $I_0 = 10^{-12}\ Wm^{-2}$) [IUT'20-21]

(a) 7 (b) 7000
(c) 7×10^6 (d) 10×10^6 d

Sol^n: $20 = 10 \times \log\frac{I_1}{I_0}$

$\Rightarrow 10^2 = \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow I_1 = 10^{-10}\ Wm^{-2}$

and $90 = 10\log\frac{I_2}{I_0} \Rightarrow 9 = \log\frac{I_2}{I_0}$

$\Rightarrow 10^9 I_0 = I_2 \Rightarrow I_2 = 10^{-3} Wm^{-2}$

$\therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{10^{-3}}{10^{-10}} = 10^7 = 10 \times 10^6$

03. A bird sings in a meadow can be considered as an ideal point source of sound. When you double your distance from the position of the bird, how much does the sound intensity level drop? (মাঠে গান গাওয়া একটি পাখিকে শব্দের আদর্শ বিন্দু উৎস হিসেবে বিবেচনা করা হলে, পাখিটির অবস্থান থেকে আপনার দূরত্ব দ্বিগুণ করলে শব্দের তীব্রতা লেভেল কতটুকু হ্রাস পাবে?) [IUT'19-20]

(a) −3.5 dB (b) −6 dB
(c) −9 dB (d) −12 dB b

Sol^n: $\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1}$

$= 10\log\frac{\frac{I_1}{4}}{I_1}\ dB = -6\ dB$

04. In a mechanical workshop there are 5 grinding machines installed over the circumference of a cricle of radius 5m. When one machine is running, a listener at the center hears sound with 90 dB intensity. When all the machines are running simultaneously, what would be the sound intensity felt by the same listener? (একটি মেকানিকেল ওয়ার্কশপে 5m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তের পরিধির উপর 5টি গ্রাইন্ডিং মেশিন স্থাপন করা আছে। যখন একটি মেশিন চলে, তখন কেন্দ্রে থাকা একজন শ্রোতা 90 dB তীব্রতার শব্দ শোনেন। যখন সবগুলো মেশিন একসাথে চলবে, তখন একই শ্রোতা কর্তৃক অনুভূত শব্দের তীব্রতা কত হবে?) [IUT'18-19]

(a) 93 dB (b) 95 dB (c) 97 dB (d) 99 dB c

Sol^n: $I_2 = 5 \times I_1$

$\therefore \beta_2 = 10\log\left(\frac{5 \times I_1}{I_0}\right) = 10\log(5) + 10\log\frac{I_1}{I_0}$

$= 6.9 + 90 = 97$ dB (approx)

05. কোন শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা $10^{-7}\ Wm^{-2}$। শব্দের তীব্রতা দ্বিগুণ হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কতটুকু বাড়বে? [প্রমাণ তীব্রতা $= 10^{-12}\ Wm^{-2}$]

[KUET'17-18, 14-15, 13-14; BUTEX'15-16, 13-14]

(a) 2.75dB (b) 2.50dB (c) 2.25dB
(d) 3.01dB (e) 1.3dB d

Sol^n: $\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 10\log 2 = 3.01$ dB

06. একটি অডিও ক্যাসেট প্লেয়ার ও একটি টেলিভিশনের তীব্রতা লেভেল যথাক্রমে 93 dB এবং 85 dB। এদের সম্মিলিত শব্দের তীব্রতা লেভেল কত? [KUET'16-17; IUT'11-12, 08-09]

(a) 92.82 dB (b) 93 dB
(c) 93.33 dB (d) 93.64 dB
(e) 94.41 dB d

Sol^n: $93 = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \Rightarrow I_1 = 10^{9.3} I_0$;

$85 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \Rightarrow I_2 = 10^{8.5} I_0$

$\therefore I = I_1 + I_2 = I_0(10^{9.3} + 10^{8.5})$;

$\beta = 10\log\frac{I}{I_0} = 93.64$ dB

07. The intensity level of sound produced by one lathe machine is 90.0 dB. If two such machines start operating at the same location, what is the intensity level of the sound produced by the machines? (একটি ছাটাই মেশিন দ্বারা উৎপাদিত শব্দের তীব্রতা লেভেল 90.0 dB। যদি দুটি অনুরূপ মেশিন একই স্থানে কাজ শুরু করে, তবে মেশিনগুলো দ্বারা উৎপাদিত শব্দের তীব্রতা লেভেল কত হবে?) [IUT'16-17]

(a) 95.0 dB (b) 93.0 dB (c) 96.0 dB (d) 99.0 dB b

Sol^n: $\beta = 10\log\frac{I}{I_0}$

$I = 1\times10^{-3}Wm^{-2}, I_{new} = 2\times10^{-3}$

$\therefore \beta_{new} = 10\log\frac{2\times10^{-3}}{1\times10^{-12}} = 93dB$

08. একটি শব্দ তরঙ্গ উৎসের বিস্তার 0.25cm এবং কম্পাঙ্ক 400Hz। বাতাসে শব্দের বেগ $332ms^{-1}$ এবং বায়ুর ঘনত্ব $1.293kgm^{-3}$ হলে প্রতি সেকেন্ডে প্রতি বর্গমিটারে প্রবাহিত শক্তি কত? **[KUET'14-15]**

(a) $8.5\ kWm^{-2}$ (b) $8.99\ kWm^{-2}$
(c) $8.99\ Wm^{-2}$ (d) $8.47\ Wm^{-2}$
(e) $8.47\ kWm^{-2}$ e

Sol^n: $I = 2\pi^2f^2a^2\rho v$

$= 2\times\pi^2\times400^2\times\left(\frac{0.25}{100}\right)^2\times1.293\times332$

$= 8.47kWm^{-2}$

09. কোন শব্দের তীব্রতা প্রমাণ তীব্রতার কতগুণ হলে তীব্রতা লেভেল 20dB হবে? **[BUTEX'14-15]**

(a) 10 গুণ   (b) 2 গুণ   (c) 200 গুণ   (d) 100 গুণ   d

Sol^n: $20 = 10\log\frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 100.$

10. If the sound level is increased by 3dB, what is the corresponding change in the intensity level? (শব্দের লেভেল 3dB বৃদ্ধি পেলে, তীব্রতা লেভেলের পরিবর্তন কত হবে?) **[IUT'14-15]**

(a) Doubled   (b) 3 times
(c) 2.5 times   (d) 1.5 times   a

Sol^n: $\beta + 3 = 10\log\left(\frac{I'}{I_0}\right)$

$\Rightarrow \beta + 3 = 10\log\left(\frac{xI}{I_0}\right)$;

$\Rightarrow \beta + 3 = 10\log x + 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$\therefore 10\log x = 3; x = 2$

11. কোন বিন্দু উৎস থেকে শব্দ চারদিকে ছড়িয়ে পড়ছে। উৎস থেকে 9m এবং 25m দূরে শব্দের বিস্তারের অনুপাত হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 25 : 9   (b) 9 : 25
(c) 3 : 5   (d) 81 : 625   a

Sol^n: $\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \sqrt{\frac{r_2^2}{r_1^2}} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{25}{9}$

$\left[\because \frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}\right.$ ও $\left.I \propto \frac{1}{r^2}\right]$

12. একটি তরঙ্গের তীব্রতা সরাসরি যার সমানুপাতিক, তা হল- **[BUET'11-12]**

(a) স্পন্দনের বিস্তার   (b) স্পন্দনের বিস্তারের বর্গ
(c) স্পন্দনের কম্পাঙ্ক   (d) পিচ   b

13. একটি বাজারে উপস্থিত মানুষের সংখ্যা দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে শব্দের তীব্রতা কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? **[CUET'11-12, SUST'07-08]**

(a) 2 dB   (b) 3 dB
(c) 6 dB   (d) None of these   d

Sol^n: দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে, $I_2 = 3I_1$ হয়। সেক্ষেত্রে, $\Delta\beta = 10\log 3\ dB = 4.77\ d\beta$ হয়। $[I_2 = I_1 + 2I_1]$

14. A loud speaker used in an open field produces 250 W of power. Find the reduction in sound in dB at the points of 20 m and 30 m straight apart from the loud speaker. (খোলা মাঠে ব্যবহৃত একটি লাউডস্পিকার 250 W ক্ষমতা উৎপাদন করে। লাউডস্পিকার থেকে সোজা 20 m এবং 30 m দূরত্বে অবস্থিত বিন্দু দুটির মধ্যে শব্দের হ্রাস dB এককে নির্ণয় কর।) **[IUT'10-11]**

(a) 3.2   (b) −3.52   (c) 4   (d) −4   b

Sol^n: $I \propto \frac{1}{r^2} \therefore \frac{I_{20}}{I_{30}} = \frac{30^2}{20^2} = \frac{9}{4}$

$\Delta\beta = 10\log\frac{I_{30}}{I_0} - 10\log\frac{I_{20}}{I_0}$

$= 10\log\frac{I_{30}}{I_{20}} = 10\log\left(\frac{4}{9}\right) = -3.52\ dB$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি আবাসিক এলাকার শব্দের তীব্রতার ভিত্তি মাত্রা এবং অনুমোদিত সর্বোচ্চ তীব্রতার মাত্রা সীমা যথাক্রমে 50 dB এবং 60 dB। 40 W ক্ষমতার শব্দের নতুন একটি উৎস ঐ আবাসিক এলাকা হতে ন্যূনতম কতদূরে স্থাপন করার জন্য অনুমোদন দেয়া যাবে? **[BUET'20-21]**

Sol^n: শব্দের তীব্রতার ভিত্তি মাত্রা β_{base} এবং সর্বোচ্চ তীব্রতার মাত্রা β_{max} হলে,

$\beta_{base} = 10\log\frac{I_{base}}{I_0} \Rightarrow 50 = 10\log\frac{I_{base}}{10^{-12}}$

$\therefore I_{base} = 10^{-7}Wm^{-2}$

$\beta_{max} = 10\log\frac{I_{max}}{I_0} \Rightarrow 60 = 10\log\frac{I_{max}}{10^{-12}}$

$\therefore I_{max} = 10^{-6}\ Wm^{-2}$

$I_{new} = I_{max} - I_{base}$

$= 10^{-6} - 10^{-7} = 9\times10^{-7}Wm^{-2}$

$\Rightarrow \frac{P}{4\pi r_{min}^2} = 9\times10^{-7} \Rightarrow r_{min}^2 = \frac{40}{4\times3.1416\times9\times10^{-7}}$

$\therefore r_{min} = 1880.63\ m$ (Ans.)

02. $y = 0.10\sin\pi\left(100t - \frac{x}{7.5}\right)$ একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ যা $10^{-3}kgm^{-3}$ ঘনত্বের একটি মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলমান। প্রতি একক বর্গ মিটার ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত তরঙ্গ শক্তি নির্ণয় কর। ধরে নাও যে, সকল পরিমাপের একক MKS unit এ আছে। **[BUET'19-20]**

১ম পত্র অধ্যায়-০৯

Sol^n: $y = 0.10\sin\left(100\pi t - \frac{\pi x}{7.5}\right)$;

আমরা জানি, $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 100\pi \Rightarrow f = 50\ \text{Hz}$

এবং $\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{7.5} \Rightarrow \lambda = 15\ \text{m} \therefore v = f\lambda = 750\ \text{ms}^{-1}$

$\therefore I = 2\pi^2 f^2 a^2 \rho v = 370.11\ \text{Wm}^{-2}$ **(Ans.)**

03. তরঙ্গের তীব্রতার গাণিতিক সংজ্ঞা দাও। শব্দের তীব্রতা 3 গুণ হলে শব্দের তীব্রতা লেভেলের পরিবর্তন কত ডেসিবেল হবে? **[KUET'19-20]**

Sol^n: তরঙ্গের তীব্রতা, $I = 2\pi^2 f^2 a^2 \rho v$

যেখানে $f =$ কম্পাঙ্ক, $a =$ তরঙ্গের বিস্তার, $v =$ তরঙ্গবেগ, $\rho =$ মাধ্যমের ঘনত্ব

প্রাথমিক তীব্রতা I_1 হলে, চূড়ান্ত তীব্রতা, $I_2 = 3I_1$

তীব্রতা লেভেলের পরিবর্তন,

$\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 10\log\frac{3I_1}{I_1} = 4.77\ \text{dB}$ (Ans.)

04. একটি ভ্যাকুয়াম ক্লিনার ও একটি টেলিভিশনের শব্দের তীব্রতার মাত্রা যথাক্রমে 80 dB এবং 78 dB. এদের সম্মিলিত শব্দের তীব্রতার মাত্রা কত? [প্রমাণ তীব্রতা 10^{-12}Wm^{-2}] **[BUET'12-13, RUET'14-15, 07-08, CUET'05-06, KUET'03-04]**

Sol^n: $\beta_{VC} = 80\text{dB}; \beta_{T.V} = 78\text{dB}$;

এখন, $80 = 10\log_{10}(\frac{I_{VC}}{I_0}) \Rightarrow I_{VC} = 10^8 I_0$

আবার, $78 = 10\log_{10}\left(\frac{I_{TV}}{I_0}\right) \Rightarrow \frac{I_{TV}}{I_0} = 10^{7.8}$

[এখন, $I = I_{TV} + I_{VC} = 10^{7.8}I_0 + 10^8 I_0$
$= (10^{7.8} + 10^8)I_0$]

$\therefore \beta = 10\log_{10}\frac{I}{I_0}\text{dB}$

$= \left\{10\log_{10}\left(\frac{10^{7.8}+10^8}{I_0}\right)I_0\right\}\text{dB} = 82.124\text{dB}$ **(Ans.)**

05. কোন শব্দের তীব্রতা প্রমাণ তীব্রতার 100 গুণ হলে ঐ শব্দের তীব্রতার লেভেল কত ডেসিবেল? **[BUTEX'09-10]**

Sol^n: $\beta = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{100\times10^{-12}}{10^{-12}}\text{dB}$
$= 20\text{dB}$ (Ans.)

06. দেখাও যে শব্দের তীব্রতা স্তর যখন 1 ডেসিবেল পরিবর্তিত হয় ত শব্দ তীব্রতা শতকরা 26 ভাগ পরিবর্তিত হয়। **[BUET'02-03**

Sol^n: প্রাথমিক ও শেষ তীব্রতা স্তর যখন I_1 ও I_2 এবং তীব্রত স্তর S_1 ও S_2 হলে

$\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_0}, \beta_2 = 10\log\frac{I_2}{I_0}$;

$\beta_2 - \beta_1 = 10\log\frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 10\log\frac{I_2}{I_1} = 1$

$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 1.26 \Rightarrow \frac{I_2 - I_1}{I_1} = \frac{0.26}{1} = 26\%$

$\therefore$ শতকরা পরিবর্তনের হার $= 26\%$ [দেখানো হলো]

07. ফাঁকা মাঠে অনুষ্ঠিত কনসার্টে ব্যবহৃত একটি লাউডস্পীকা 250 watt উৎপন্ন করে। লাউডস্পীকার হতে 20m ও 30 দূরে শব্দের তীব্রতা কত হবে? এই 10m এর ব্যবধানে শব্দে ধ্বনি ডেসিবেলে কতটুকু হ্রাস পাবে? **[BUET'02-0**

Sol^n: $\therefore$ শব্দের ধ্বনির পরিবর্তন

$= d\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 10\log\frac{2.2\times10^{-2}}{4.9\times10^{-2}} = -3.47$ ডেসিবল।

$\therefore 3.47\text{dB}$ হ্রাস পাবে।

আমরা জানি, $I = \frac{P}{4\pi r^2}$

20m দূরে তীব্রতা, $I_1 = \frac{250}{4\pi\times(20)^2} = 4.9\times10^{-2}\text{Wm}^{-2}$

30m দূরে তীব্রতা, $I_2 = \frac{250}{4\pi\times(30)^2} = 2.2\times10^{-2}\text{Wm}^{-2}$

08. একই কম্পাঙ্কের দুইটি শব্দ তরঙ্গের তীব্রতা যথাক্র 10^{-12}Wm^{-2} এবং 10^{-10}Wm^{-2}। শব্দ তরঙ্গ দুটির তীব্র স্তরের পার্থক্য বেল ও ডেসিবেল এ কত হবে? **[BUET'01-0**

Sol^n: তীব্রতা স্তরের পার্থক্য

$\Delta\beta = \log\frac{P_2}{P_1} = \log\frac{10^{-10}\text{Wm}^{-2}}{10^{-12}\text{Wm}^{-2}} = 2\text{B}$

ডেসিবেল এককে, $\Delta\beta = 20\ \text{dB}$ **(Ans.)**

T-07: টানা তারে কম্পন

কনসেপ্ট রিভিউ

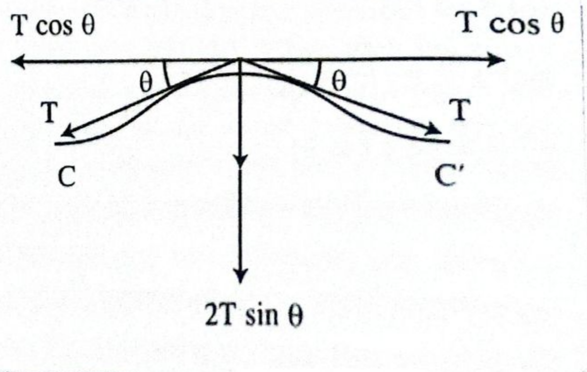
CC′ তারকে T টানে রেখে তার দৈর্ঘ্যের সাথে সমকোণে টেনে ছেড়ে দিলে আড় তরঙ্গের উদ্ভব হয়। উদ্ভুত আড় তরঙ্গের বেগ v হলে,

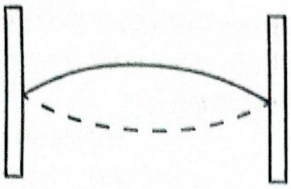
$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow f\lambda = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\therefore f = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$; যেখানে, $f =$ টানা তারে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক

এবং $\lambda =$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য

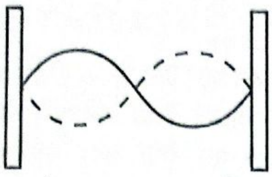
$\mu =$ একক দৈর্ঘ্যের ভর $= \frac{m}{l}$





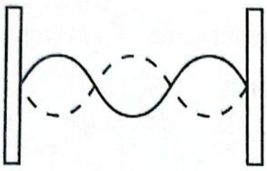
মূল সুর/১ম হারমোনিক তারের দৈর্ঘ্য $l = \frac{\lambda}{2} \therefore \lambda = 2l$

$$\rightarrow \quad \boxed{\begin{array}{c} \lambda = 2l \\ f_0 = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}} \end{array}}$$



১ম উপসুর/২য় হারমোনিক

$$\rightarrow \quad \boxed{\begin{array}{c} \lambda = l \\ f_1 = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = 2f_0 \end{array}}$$



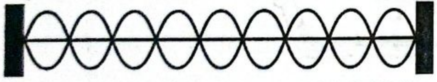
২য় উপসুর/৩য় হারমোনিক, $l = \frac{3\lambda}{2}$

$$\rightarrow \quad \begin{array}{l} \lambda = \frac{2l}{3} \\ f_2 = \frac{1}{\frac{2l}{3}}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = 3f_0 \end{array}$$

- ◆ $f_n = (n+1)f_0$ [n = 0 (মূলসুর), n = 1 (১ম উপসুর), n = 2 (২য় উপসুর) ....]
- ◆ $\lambda_n = \frac{2l}{n}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. A string, 2 m in length, is fixed at both ends and tightened until the wave speed is 92 ms^{-1}. What is the frequency of the standing wave shown? (একটি 2 m দীর্ঘ তারের উভয় প্রান্ত আবদ্ধ এবং একে টানটান করা হলে তরঙ্গের বেগ 92 ms^{-1} হয়। প্রদর্শিত স্থির তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত?) **[IUT'20-21]**



(a) 46 Hz (b) 33 Hz (c) 240 Hz (d) 138 Hz

Sol^n: (Blank); $\lambda = \frac{2L}{n} \Rightarrow \lambda = \frac{2\times2}{9} = \frac{4}{9}$m

$\therefore v = f\lambda \therefore f = \frac{92}{\frac{4}{9}} = 207$ Hz

02. The total length of a sonometer wire between fixed ends is 110 cm. Two bridges are placed to divide the length of the wire in ratio 6:3:2. The tension in the wire is 400 N and the mass per unit length is 0.01kgm^{-1}. What is the minimum common frequency with which three parts can vibrate? (দুটি স্থির প্রান্তের মধ্যে একটি সনোমিটার তারের মোট দৈর্ঘ্য 110 cm। দুটি ব্রিজ স্থাপন করে তারটির দৈর্ঘ্যকে 6:3:2 অনুপাতে ভাগ করা হলো। তারটির টান 400 N এবং এর একক দৈর্ঘ্যের ভর 0.01kgm^{-1}। সর্বনিম্ন সাধারণ কম্পাঙ্ক কত হলে তারের তিনটি অংশই একসাথে কম্পিত হতে পারবে?) **[IUT'19-20]**

(a) 1100 Hz (b) 1000 Hz
(c) 166 Hz (d) 100 Hz b

Sol^n: দেওয়া আছে, $l_1 : l_2 : l_3 = 6 : 3 : 2$

$\Rightarrow 6l : 3l : 2l = 6 : 3 : 2$

$\therefore f_1 : f_2 : f_3 = \frac{1}{6} : \frac{1}{3} : \frac{1}{2} = 1 : 2 : 3;\ f \propto \frac{1}{l}$

1, 2, 3 এর ল.সা.গু = 6

$11l = 110$ cm

$\therefore l = 10$ cm

$\Rightarrow 6l = 60 \text{ cm} \therefore l_1 = 0.6$ m

$f_1 = \frac{1}{2l_1}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2\times0.6}\sqrt{\frac{400}{0.01}} = 166.67$ Hz

$f_2 = 2f_1$

$f_3 = 3f_1$

ল.সা.গু,

$= 6 \times f_1 = (6 \times 166.67)\text{Hz} = 1000$ Hz

03. 40cm লম্বা একটি তার 4.2kg ওজন দ্বারা টান টান করা আছে। এর মূল সুরের সাথে একটি সুরশলাকা ঐক্যতানে রয়েছে। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত? 1m তারের ভর 0.32gm। **[KUET'18-19]**

(a) 498Hz (b) 628Hz
(c) 448Hz (d) 425Hz
(e) 480Hz C

Sol^n: $f = \frac{1}{2\times40\times10^{-2}}\sqrt{\frac{4.20\times9.8}{0.32\times10^{-3}}}$ Hz ≈ 448Hz

04. তিনটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত কত হলে তাকে ত্রয়ী বলে? **[BUTEX'14-15]**

(a) 2:4:8 (b) 4:6:8 (c) 4:5:6 (d) 5:6:4 C

05. T টানে টানা একটি তারের মধ্যে দিয়া চলমান একটি তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ. যদি তারের টান বৃদ্ধি করে 4T করা হয় এবং তরঙ্গের কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে তাহলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হবে- [BUET'13-14]

(a) $\frac{\lambda}{4}$ (b) $\frac{\lambda}{2}$ (c) 4λ (d) 2λ d

Sol^n^: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \therefore f\lambda = \sqrt{\frac{Tl}{m}}; \therefore \lambda \propto \sqrt{T}$

$\therefore \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{4T}{T}} = 2 \Rightarrow \lambda_2 = 2\lambda$

06. একটি সুরশলাকা একটি টান টান তারের 20cm ও 25cm দৈর্ঘ্যের সাথে শব্দায়িত করলে যথাক্রমে 25টি ও 10 টি বীট উৎপন্ন হয়। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। তারের টান ও ভর যথাক্রমে 12.25N ও $2.5 \times 10^{-3}\text{kgm}^{-1}$ । [KUET'11-12]

(a) 140Hz (b) 175Hz (c) 150Hz
(d) 110Hz (e) 125Hz c

Sol^n^: $f_1 = \frac{1}{2\times0.2} \times \sqrt{\frac{12.25}{2.5\times10^{-3}}} = 175;$

$f_2 = \frac{1}{2\times0.25} \times \sqrt{\frac{12.25}{2.5\times10^{-3}}} = 140$

এখন, $(f - 175) = \pm25 \ldots\ldots\ldots$(i);
$f - 140 = \pm10 \ldots\ldots\ldots$(ii)
(i) ও (ii) নং, হতে গ্রহণযোগ্য, $f = 150\text{Hz}$

07. কতগুলো শব্দ একের পর এক উৎপন্ন হয়ে যদি একটি সুরযুক্ত শব্দের সৃষ্টি করে তাকে কি বলে? [BUTEX'11-12]

(a) হারমোনি (b) অষ্টক
(c) মেলডি (d) স্বর সংগতি c

08. একটি নির্দিষ্ট টানা তার 1000Hz কম্পাঙ্ক সৃষ্টি করে। যদি একই তার উপরোক্ত কম্পাঙ্কের দ্বিগুণ কম্পাঙ্ক সৃষ্টি করে, তাহলে তারের টান হবে- [BUET'10-11]

(a) দ্বিগুণ (b) চারগুণ
(c) অর্ধেক (d) এক-চতুর্থাংশ

Sol^n^: কম্পাঙ্ক তারের টানের বর্গমূলের সমানুপাতিক।

কেননা, $f = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow f \propto \sqrt{T} \Rightarrow T \propto f^2$

$\therefore$ কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হলে টান $2^2 = 4$ গুণ হবে।

09. একটি টানা তারের দৈর্ঘ্য পরিবর্তন না করে এর উপর প্রযুক্ত টান 4 গুণ করা হল। তারের কম্পাঙ্কের কত পরিবর্তন হবে? [CUET'10-11]

(a) 4 times (b) 2 times
(c) Will remain same (d) None of these

Sol^n^: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T_1}{\mu}}}{\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T_2}{\mu_2}}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{1}{4}} \quad \therefore f_2 = 2f_1$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 60cm দীর্ঘ একটি তার প্রতি সেকেন্ডে 120 বার কাঁপে। এর দৈর্ঘ্য 40cm করা হয় এবং টান 4 গুণ বৃদ্ধি করা তাহলে তারের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [RUET'09-]

Sol^n^: $l_1 = 60\text{ cm}; l_2 = 40\text{ cm}$

$T_1 = T$; 4 গুণ বৃদ্ধি বলে, $T_2 = T_1 + 4T_1 = 5T_1 = 5T$

$f_1 = 120\text{Hz} \therefore f_2 = ?$

$f_1 = \frac{1}{2l_1}\sqrt{\frac{T_1}{\mu}};\ f_2 = \frac{1}{2l_2}\sqrt{\frac{T_2}{\mu}} \therefore \frac{f_2}{f_1} = \frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

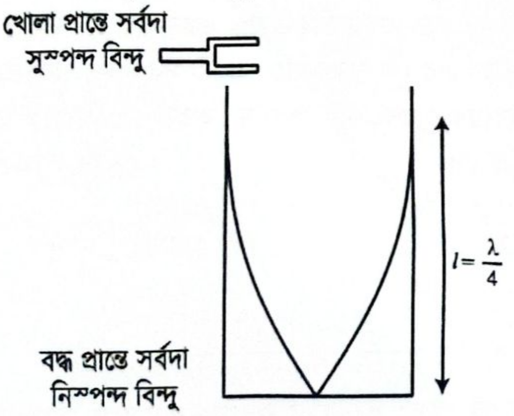
$\Rightarrow f_2 = 120 \times \frac{60}{40} \times \sqrt{\frac{5T}{T}} = 402.4922359\text{ Hz}$(Ans.)

T-08: এক/দুইমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পন

কনসেপ্ট রিভিউ

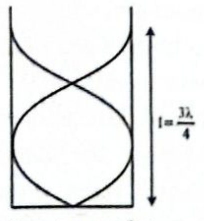
এক মুখ খোলা নলে কম্পন:

খোলা নলে ফুঁ দিলে বা সুরশলাকা কাঁপালে স্থির তরঙ্গ উৎপন্ন হয়। নলের দৈর্ঘ্য l এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে



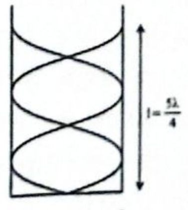
মূল সুরের (১ম হারমোনিক) কম্পাঙ্ক:

$$f_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l}$$



১ম উপসুর (২য় হারমোনিক)

$f_1 = 3f_0$



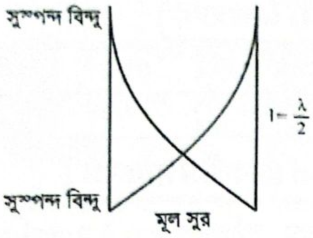
২য় উপসুর (৩য় হারমোনিক)

$f_2 = 5f_0$

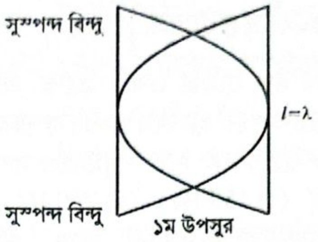
- $f_n = (2n+1)f_0$ [n = 0 (মূল সুর), n = 1 (১ম উপসুর) n = 2 (২য় উপসুর) ……..]

দুই মুখ খোলা নলে কম্পন:

দুই মুখ খোলা নলে কম্পন

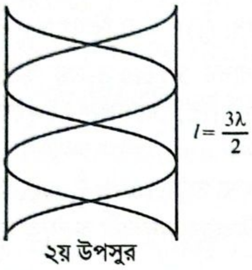


$f_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$



$f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{l}$

$f_1 = 2f_0$



$f_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l} \times 3$

$f_2 = 3f_0$

$f_n = (n+1)f_0$

n = 0 (মূল সুর)

n = 1 (১ম উপসুর)

n = 2 (২য় উপসুর)

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. Two closed organ pipes sounded simultaneously give 5 beats per second between the fundamentals. If the shorter pipe is 1.1 m, find the length L_L of the longer pipe. (Speed of sound in air = 340 ms^{-1}) (দুটি বন্ধ অর্গান নল একসাথে শব্দায়িত করলে তাদের মূলসুরের মধ্যে প্রতি সেকেন্ডে 5টি বিট উৎপন্ন হয়। যদি ছোট নলটির দৈর্ঘ্য 1.1 m হয়, তবে বড় নলটির দৈর্ঘ্য L_L কত?

(বাতাসে শব্দের বেগ = 340 ms^{-1})) **[IUT'17-18]**

(a) 1.18 m (b) 1.18 cm

(c) 11.8 cm (d) 11.8 m a

Sol^n: $\lambda_S = 4 \times 1.1m = 4.4m$

$\therefore f_S = \frac{340}{4.4} = 77.27\ Hz$

$\therefore L_L = \frac{v}{4\times(f_s-5)} = \frac{340}{4\times(77.27-5)} = 1.18m$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 0.50m এবং 0.51m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একমুখ বন্ধ নলে প্রতি সেকেন্ডে 3 টি বীট সৃষ্টি করে, বায়ুতে শব্দের বেগ বের কর।

[BUTEX'08-09, RUET'06-07]

Sol^n: ধরি উভয়ক্ষেত্রে মূল সুর সৃষ্টি হয়।

তাহলে, $\frac{\lambda_1}{4} = 0.5$,

$\frac{\lambda_2}{4} = 0.51$

$\therefore \lambda_1 = 2m, \lambda_2 = 2.04m$

$\lambda_2 > \lambda_1$ বলে $f_1 > f_2$

$\therefore f_1 - f_2 = 3$

$\frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 3$

বা, $v\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2.04}\right) = 3$

$\therefore v = 306ms^{-1}$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি সুরশলাকা 80 cm দীর্ঘ টান দেওয়া একটি তারের সাথে সমসুর। যদি তারের দৈর্ঘ্য 5 cm কমানো হয় তবে তারের কম্পাঙ্ক 8 Hz বৃদ্ধি পায়। সুর শলাকার কম্পাঙ্ক কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 120 Hz　(b) 10 Hz　(c) 150 Hz　(d) 240 Hz

02. বায়ুতে একটি শব্দ তরঙ্গের উৎসের তীব্রতা 500 Wm^{-2} এবং বিস্তার 0.15 m। বায়ুর ঘনত্ব 1.29 kgm^{-3} হলে শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। (শব্দের বেগ, $v = 330\ ms^{-1}$) [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 1.5 Hz　(b) 1.6 Hz　(c) 1.9 Hz　(d) 1.83 Hz

03. কত তীব্রতার শব্দ $1 \times 10^{-9}\ Wm^{-2}$ তীব্রতার শব্দ অপেক্ষা 17 dB বড় হবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) $3 \times 10^{-8}\ Wm^{-2}$　(b) $4 \times 10^{-8}\ Wm^{-2}$
(c) $5 \times 10^{-8}\ Wm^{-2}$　(d) none

04. 10 m দীর্ঘ একটি টানটান তারে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হলো এবং তারটি 5টি অংশে বিভক্ত হয়ে কম্পিত হতে থাকল। তরঙ্গ বেগ 20 ms^{-1} হলে কম্পাঙ্ক কত হবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 5 Hz　(b) 10 Hz　(c) 20 Hz　(d) Hz

05. দুটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ যথাক্রমে $y_1 = 0.4 \sin \pi(10t - x)$ এবং $y_2 = 0.3 \sin \pi\ (10t - x + 2.25)$। তরঙ্গ দুটির তীব্রতার অনুপাত নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 4:3　(b) 16:9　(c) 9:16　(d) 3:4

06. 512 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের দুটি কণার মধ্যে দশা পার্থক্য 0.28 rad। মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ 348 ms^{-1} হলে কণা দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]
(a) 3 cm　(b) 4 cm　(c) 5 cm　(d) none

07. 430 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গ পানি থেকে বায়ুতে প্রবেশ করায় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 2.12 m হ্রাস পায়। পানিতে শব্দের বেগ 1260 ms^{-1} হলে বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]
(a) 330 ms^{-1}　(b) 340 ms^{-1}
(c) 348 ms^{-1}　(d) 353 ms^{-1}

08. একমুখ বন্ধ নলের খোলা প্রান্তে সুরশলাকা কম্পিত হলে যখন সুরশলাকা থেকে পানিস্তম্ভের দূরত্ব 16 cm হয়, তখন অনুনাদ সৃষ্টি হয়। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 550 Hz হলে শব্দের বেগ কত? [তপন স্যার]
(a) 176 ms^{-1}　(b) 352 ms^{-1}
(c) 88 ms^{-1}　(d) none

09. কোনো শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা $1 \times 10^{-6}\ Wm^{-2}$ হলে, শব্দের তীব্রতা লেভেল ডেসিবেলে কত?
(a) 60　(b) 80　(c) 100　(d) 120

10. কোন অর্গান থেকে নিঃসৃত সুরগুলোর কম্পাঙ্ক 256, 268, 512, 620, 768, 1020, 1280, 1992 ও 2048 Hz হলে নিচের কম্পাঙ্কগুলোর মধ্যে মূল সুরের অষ্টক কোনটি?
(a) 256 Hz　(b) 268 Hz　(c) 2048 Hz　(d) 512 Hz

MCQ উত্তরমালা

01. a	02. b	03. c	04. a	05. b
06. a	07. c	08. b	09. a	10. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.5 \sin\left(200\,t - 0.4x + \frac{\pi}{3}\right)$। নির্ণয় কর: (i) $x = 0$ বিন্দুতে $t = 0$ সময়ে কণার দশা, (ii) X-অক্ষ বরাবর 50 cm দূরত্বে অবস্থিত দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য এবং (iii) যেকোনো বিন্দুতে 4×10^{-2} sec সময়ে দশার পরিবর্তন।
[ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $\frac{\pi}{3}$ rad, 0. 2 rad, 8 rad]**

02. একটি তার নিচের সমীকরণ অনুযায়ী কম্পিত হয়: [ইস্‌হাক স্যার]
$y = 6 \cos\frac{\pi x}{3} \sin 30\pi t$, এখানে x ও y cm-এ এবং t s-এ প্রদত্ত।
(ক) যে তরঙ্গদ্বয়ের উপরিপাতের ফলে উপরিউক্ত কম্পনের সৃষ্টি হয় তাদের সমীকরণ বের করো। **[Ans: $y_1 + y_2$]**
(খ) তারের দুটি নিকটতম বিন্দু যারা সর্বদাই স্থিরাবস্থায় থাকে তাদের মধ্যে দূরত্ব কত? **[Ans: 3 cm]**

03. সমুদ্রের উপরিতলে পরপর দুটি তরঙ্গশীর্ষের দূরত্ব 16 m এবং তরঙ্গের বেগ 28.8 kmh^{-1}। তরঙ্গের ওঠানামার সঙ্গে সঙ্গে একটি নৌকার ওপর-নিচে 3 মিটার সরণ হয়। নৌকাটির সর্বোচ্চ উল্লম্ব বেগ নির্ণয় করো।
[ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 4. 7124 ms^{-1}]**

04. একটি উৎস 40 W ক্ষমতার শব্দ উৎপন্ন করে। উৎসটিকে বিন্দু উৎস ধরে নিয়ে ওর থেকে 2 km দূরত্বে তীব্রতা নির্ণয় কর। সংশ্লিষ্ট তীব্রতা স্তর ডেসিবেল এককে গণনা কর।
[ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 59 dB]**

05. দুটি সুর শলাকা A এবং B-কে একসঙ্গে কম্পিত করলে 6টি বীট উৎপন্ন হয়। A শলাকাটি একমুখ খোলা নলের 35.5 cm দীর্ঘ বায়ুস্তম্ভের সাথে অনুনাদ সৃষ্টি করে। B শলাকাটি ওই নলের 36.5 cm দীর্ঘ বায়ুস্তম্ভের সাথে অনুনাদ সৃষ্টি করে। শলাকা দুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 219 Hz]**

06. 550 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর শলাকা একমুখ খোলা নলের বায়ুস্তম্ভের 12.5 cm এবং 42.5 cm দৈর্ঘ্যের সঙ্গে যথাক্রমে প্রথম ও দ্বিতীয় অনুনাদ সৃষ্টি করে। বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। (প্রান্তীয় সংশোধন উপেক্ষা করা যেতে পারে)
[ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 330 ms^{-1}]**

07. 25 cm ব্যবধানে রক্ষিত দুটি ব্রিজের ওপর তার রেখে তাতে টান প্রয়োগ করে 0.04 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটানো হলো। তারের উপাদানের ঘনত্ব $1 \times 10^4\ kgm^{-3}$ এবং ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $9 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ হলে ওই টানে রাখা তারের মূলসুরের কম্পাঙ্ক কত? [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 240 Hz]**

08. একটি খোলা নলের দৈর্ঘ্য 46 cm এবং ব্যাস নির্দিষ্ট। এর মূলসুরের কম্পাঙ্ক 320 Hz। বাতাসে শব্দের বেগ 320 ms^{-1}। নলের একটা মুখ বন্ধ করা হলে মূলসুরের কম্পাঙ্ক কত হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 166.667 Hz]**

09. দুইটি সুর শলাকায় কম্পাঙ্কের পার্থক্য 118 Hz। বাতাসে শলাকা দুইটি যে তরঙ্গ উৎপন্ন করে তাদের একটির দুটি পূর্ণ তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান। শলাকাদ্বয়ের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 236 Hz]**

10. একই সরলরেখায় গতিশীল দুটি সাইন সদৃশ তরঙ্গের উভয়ের বিস্তার 0.06m ও কম্পাঙ্ক 100Hz। এদের দশা পার্থক্য 60° হলে তরঙ্গ দুটির মিলিত ক্রিয়ার কম্পাঙ্ক ও বিস্তার নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans: কম্পাঙ্ক 100 Hz, বিস্তার 0.104 m]

11. একটি তরঙ্গের দুটি কণা 0.175 m ব্যবধানে অবস্থিত। কণাদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য 1.57 রেডিয়ান। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 470 Hz হলে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 329 ms^{-1}]**

12. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 0.1\sin(400\pi t - 1.25\pi x)$। তরঙ্গটির (i) কম্পাঙ্ক (ii) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (iii) বেগ ও (iv) $x = 0.2$ m এবং $x = 1$ m দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 200 Hz, 1.6 m, 320 ms^{-1}, π rad]**

13. একটি অগ্রগামী চল তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 7\sin\pi(t - 0.005x)$cm মাধ্যমের কণার সর্বাধিক সরণ, সর্বাধিক বেগ ও সর্বাধিক ত্বরণ কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 7 cm, 22 cms^{-1}, 69.09 cms^{-2}]**

14. একটি স্থির তরঙ্গের সমীকরণ $y = 8\sin\frac{\pi x}{6}\cos 64\pi t$; এখানে, x ও y সেন্টিমিটারে ও t সেকেন্ডে দেয়া হয়েছে। যে দুটি তরঙ্গের মিলিত ক্রিয়ায় স্থির তরঙ্গটির উৎপত্তি হয়েছে তাদের বিস্তার, কম্পাঙ্ক ও বেগ নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 3.84 ms^{-1}]**

15. একটি সুর শলাকা একই টানে রাখা 78 cm এবং 80 cm দীর্ঘ তারের সাথে প্রতি সেকেন্ডে 4টি স্বরকম্প সৃষ্টি করে। সুর শলাকার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 316 Hz]**

16. একটি খোলা নলের একমুখ হঠাৎ বন্ধ করা হলো। এতে দেখা গেল, বন্ধ নলের তৃতীয় সমমেলের কম্পাঙ্ক খোলা নলের মূলসুরের কম্পাঙ্কের চেয়ে 100 Hz বেশি। খোলা নলের মূলসুরের কম্পাঙ্ক কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 200 Hz]**

17. একটি গীটার তারের 1 m দৈর্ঘ্যের ভর 0.5 gm। তারটিকে 40 N বল দ্বারা টানা আছে। এ থেকে উদারার সা এবং পা সুর নির্গত করতে হলে এর কত দৈর্ঘ্যে বাম হাতের রড স্পর্শ করতে হবে? উদারার সা এবং পা এর কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 256 Hz ও 384 Hz। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 36.83 cm]**

18. 10.5×10^3 kgm^{-3} ঘনত্ববিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য 60 cm এবং ব্যাসার্ধ 0.5 mm। তারটিকে 40 N দ্বারা টানা হলে এর দ্বিতীয় উপসুর বা তৃতীয় সমমেলের কম্পাঙ্ক কত হবে? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 174.113 Hz]**

19. একটি লোহার ফাঁপা নলের একমুখে আঘাত করে অপরমুখে দুইটি শব্দ শোনার জন্য নলের দৈর্ঘ্য ন্যূনতম কত হতে হবে? লোহা ও বায়ুতে শব্দের বেগ যথাক্রমে 5130 ms^{-1} ও 350 ms^{-1}। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 37.563 m]**

20. নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের সুরশলাকার স্পন্দনে ও দুটি ভিন্ন মাধ্যমে সমান প্রাবল্যের তরঙ্গ প্রবাহিত হয়। মাধ্যমদ্বয়ের ঘনত্ব ও শব্দের বেগের অনুপাত যথাক্রমে 2:1 ও 3:2 হলে উৎপন্ন শব্দদ্বয়ের বিস্তারের অনুপাত কত? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 1: $\sqrt{3}$]**

21. একটি ভ্যাকুয়াম ক্লিনার ও টেলিভিশনের শব্দের তীব্রতা লেভেল যথাক্রমে 85 dB এবং 78 dB। এদের সম্মিলিত শব্দের তীব্রতা লেভেল নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 85.79 dB]**

22. তিনটি সুরেলী কাঁটার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 123, 369 এবং 615 Hz। তাদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় করো। [তপন স্যার] **[Ans: 15: 5: 3]**

23. একটি একমুখ খোলা নলে 512 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকা প্রতি সেকেন্ডে 5টি বিট উৎপন্ন করে। সুরশলাকা কর্তৃক নিঃসৃত সুরের কম্পাঙ্ক অপেক্ষাকৃত বেশি। নলের দৈর্ঘ্য কী পরিমাণ কমালে এটি সুরশলাকার সাথে ঐকতানিক হবে? বাতাসে শব্দের বেগ = 340 m। [তপন স্যার] **[Ans: 1.637 mm]**

24. 493 Hz কম্পাঙ্কের একটি তরঙ্গের দ্রুতি 353 ms^{-1}। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02][Ans: 0.109 m]**
   (a) 55.0° দশা পার্থক্য বিশিষ্ট দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?
   (b) একই বিন্দুতে 1.12 ms সময়ের ব্যবধানে দুটি সরণের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? **[Ans: 3.47 rad or 199°]**

25. 164.0 N ওজনের একটি বড় পাথর 3.00 m লম্বা একটি সরু তারের নিচের প্রান্তে ঝুলানো আছে। পাথরটির ঘনত্ব 3200 kgm^{-3}। তারের ভর এতই নগণ্য যে টানের ওপর এর প্রভাব উপেক্ষা করা যায়। তারের উপরের প্রান্তটি দৃঢ়ভাবে আটকানো। পাথরটি বাতাসে থাকা অবস্থায় তারটিতে অনুপ্রস্থ স্থির তরঙ্গের মূল কম্পাঙ্ক 42.0 Hz। পাথরটি সম্পূর্ণভাবে একটি তরলে ডুবানো হলে (পাথরের শীর্ষ ঠিক পৃষ্ঠের নিচে), তারটির মূল কম্পাঙ্ক হয় 28.0 Hz। তরলটির ঘনত্ব কত? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07][Ans: 1778 kgm^{-3}]**

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (a);** $f = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \frac{f_1}{f_1+8} = \frac{l_1-5}{l_1} \Rightarrow \frac{f_1}{f_1+8} = \frac{80-5}{80}$

$\therefore f_1 = 120 \text{ Hz}$

02. **Sol^n: (b);** $I = 2\pi^2 f^2 a^2 \rho v$

$\Rightarrow f^2 = \frac{I}{2\pi^2 a^2 \rho v} = \frac{500}{2\pi^2 \times 0.15^2 \times 1.29 \times 330}$

$\therefore f = 1.6262 \text{ Hz}$

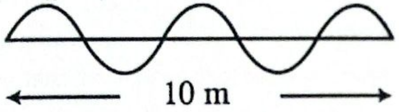
03. **Sol^n: (c);** $17 = 10 \times \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$

$\Rightarrow 10^{1.7} \times I_1 = I_2$

$\therefore I_2 = 10^{1.7} \times 1 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$

04. **Sol^n: (a);** $\lambda = \frac{10}{2.5} = 4\text{m}$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{20}{4} = 5 \text{ Hz (Ans.)}$



05. **Sol^n: (b);** $\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2} = \left(\frac{0.4}{0.3}\right)^2 = \frac{16}{9}$

06. **Sol^n: (a);** $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{348}{512}\text{m}$

$\therefore \Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \Delta\phi = \frac{348}{512\times 2\pi} \times 0.28 = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$

07. **Sol^n: (c);** $\lambda_W - \lambda_a = 2.12$

$\Rightarrow \frac{v_W}{f} - \frac{v_a}{f} = 2.12$

$\Rightarrow v_W - v_a = 2.12 \times 430$

$\therefore v_a = 348.4 \text{ ms}^{-1}$

08. **Sol^n: (b);** $f = \frac{v}{4l}$

$\Rightarrow v = f \cdot 4l = (550 \times 4 \times 0.16)\text{ms}^{-1}$

$\therefore v = 352 \text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

09. **Sol^n: (a);** $\beta = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60\text{dB}$

10. **Sol^n: (d);** মূল সুর সর্বনিম্ন কম্পাঙ্কের সুর। আর তার 2 গুণ কম্পাঙ্কের সুরই তার অষ্টক।

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** দশা, $\phi = 200t - 0.4x + \frac{\pi}{3}$

(i) $x = 0$ বিন্দুতে $t = 0$ সময়ে দশা, $\phi = \frac{\pi}{3}$ rad

(ii) $\Delta\phi = 0.4\,x = 0.4 \times 0.5 = 0.2$ rad

(iii) $\Delta\phi = 200t = 200 \times 4 \times 10^{-2} = 8$ rad

02. **Sol^n:** (a) $y = 6\cos\frac{\pi x}{3} \cdot \sin 30\,\pi t$

$= 3\left[\sin\left(30\pi t + \frac{\pi x}{3}\right) + \sin\left(30\pi t - \frac{\pi x}{3}\right)\right]$

$= 3 \cdot \sin 30\pi\left(t + \frac{x}{90}\right) + 3 \cdot \sin 30\,\pi\left(t - \frac{x}{90}\right) = y_1 + y_2$

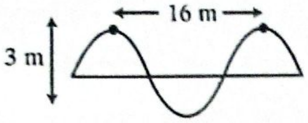
(b) সমীকরণের সাথে তুলনা করে, $\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 6 \text{ cm}$

∴ পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব $= \frac{\lambda}{2} = 3 \text{ cm}$

03. **Sol^n:** $\lambda = 16 \text{ m}, v = 28.8 \text{ kmh}^{-1} = \frac{28.8}{3.6}\text{ms}^{-1} = 8 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{8}{16} = 0.5 \text{ Hz}$

বিস্তার, $A = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ m}$



সর্বোচ্চ উল্লম্ব বেগ, $v_{max} = A\omega = A \cdot 2\pi f$

$= (1.5 \times 2\pi \times 0.5)\text{ms}^{-1} = 4.7124 \text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

04. **Sol^n:** তীব্রতা, $I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{40}{4\pi \times 2000^2}$

$= 7.96 \times 10^{-7} \text{ Wm}^{-2}$

$\therefore \beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \times \log\left(\frac{7.96\times 10^{-7}}{1\times 10^{-12}}\right) = 59 \text{ dB}$

05. **Sol^n:** দেওয়া আছে, $f_A \sim f_B = 6$

মূল সুরের ক্ষেত্রে, $f = \frac{v}{4l}$

$\therefore \frac{f_A}{f_B} = \frac{l_B}{l_A} = \frac{36.5}{35.5}$

$\Rightarrow \frac{f_A - f_B}{f_B} = \frac{36.5-35.5}{35.5} = \frac{1}{35.5}$

$\therefore f_B = 6 \times 35.5 = 213 \text{ Hz}$

$f_A = 213 + 6 = 219 \text{ Hz}$

06. **Sol^n:** মূল সুরের জন্য, $\lambda = 4l_1$

দ্বিতীয় অনুনাদের জন্য, $\lambda = \frac{4}{3}l_2 \Rightarrow 3\lambda = 4l_2$

$\therefore 3\lambda - \lambda = 4l_2 - 4l_1$

$\Rightarrow 2\lambda = 4(l_2 - l_1)$

$\Rightarrow \lambda = 2(42.5 - 12.5) = 60 \text{ cm}$

$\therefore v = f\lambda = (550 \times 0.6) = 330 \text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

07. **Sol^n:** $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{YAl}{L\cdot\mu}}$

$\Rightarrow f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{YAl}{m}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{YAl}{\rho\cdot A\cdot L}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{Yl}{\rho L}}$

$\Rightarrow f = \frac{1}{2\times 0.25} \times \sqrt{\frac{9\times 10^{10}\times 4\times 10^{-4}}{1\times 10^{4}\times 0.25}} = 240 \text{ Hz (Ans.)}$

08. **Sol^n:** খোলা নলের মূলসুর, $f = \frac{v}{2\,(l+1.2r)} = \frac{v}{2(l+0.6D)}$

$\Rightarrow 2 \times 0.46 + 2 \times 0.6 \times D = \frac{320}{320}$

$\therefore D = \frac{1}{15} \text{ m}$

একমুখ বদ্ধ নলের মূলসুর, $f = \frac{v}{4(l+0.6r)} = \frac{v}{4l+1.2\,D}$

$= \frac{320}{4\times 0.46 + 1.2\times\frac{1}{15}} = 166.667 \text{ Hz (Ans.)}$

09. **Sol^n:** দেওয়া আছে, $2\lambda_1 = 3\lambda_2 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_2$

$\Rightarrow f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2$

$\Rightarrow f_2 = \frac{3}{2}f_1 = \frac{3}{2}(f_2 - 118)$

$\therefore f_2 = 354 \text{ Hz}$ (Ans.)

$\therefore f_1 = 354 - 118 = 236 \text{ Hz}$ (Ans.)

10. **Sol^n:** $A = 0.06 \text{ m}, f = 100 \text{ Hz},$

$\omega = 2\pi f = 200\pi \text{ rads}^{-1}$

$\therefore y = 0.06\sin\omega t + 0.06\sin(\omega t + 60^\circ)$

$= 0.06\,[2\sin(\omega t + 30^\circ)\cdot\cos 30^\circ]$

$= 0.06 \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}\sin(2\pi ft + 30^\circ)$

$= 0.104\sin(200\pi t + 30^\circ)$ m

কম্পাঙ্ক 100 Hz, বিস্তার 0.104 m। (Ans.)

11. **Solⁿ:** $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\times\Delta x$

$\Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\Delta\phi}\times\Delta x = \frac{2\pi}{1.57}\times 0.175$

$\therefore \lambda = 0.7$ m

$\therefore v = f\lambda = (470\times 0.7) = 329\ \text{ms}^{-1}$ (Ans.)

12. **Solⁿ:** (i) $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{400\pi}{2\pi} = 200$ Hz

(ii) $\frac{2\pi}{\lambda} = 1.25\,\pi \Rightarrow \lambda = \frac{2}{1.25} = 1.6$ m

(iii) $v = f\lambda = (200\times 1.6) = 320\ \text{ms}^{-1}$

(iv) $\Delta\phi = 1.25\pi x_2 - 1.25\pi x_1$

$= 1.25\pi\times 1 - 1.25\pi\times 0.2 = \pi$ rad

13. **Solⁿ:** (i) সর্বাধিক সরণ = বিস্তার = 7 cm

(ii) $v_{max} = A\omega = 7\pi\ \text{cms}^{-1} = 22\ \text{cms}^{-1}$

(iii) $a_{max} = \omega^2 A = \pi^2\times 7 = 69.09\ \text{cms}^{-2}$

14. **Solⁿ:** $y = 8\sin\frac{\pi x}{6}\cdot\cos 64\pi t$

$= 4\cdot\left[\sin\left(\frac{\pi x}{6} + 64\pi t\right) + \sin\left(\frac{\pi x}{6} - 64\pi t\right)\right]$

$= \left[4\sin 64\pi\left(t + \frac{x}{384}\right) + 4\sin 64\pi\left(\frac{x}{384} - t\right)\right]$ cm

বিস্তার, A = 4 cm

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{64\pi}{2\pi} = 32$ Hz

$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \lambda = 12$ cm $= 0.12$ m

বেগ, $v = f\lambda = 3.84\ \text{ms}^{-1}$

15. **Solⁿ:** $\frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{80}{78}$

$\Rightarrow f_1 = \frac{80}{78}\times f_2 = \frac{80}{78}\times(f_1 - 4) \Rightarrow f_1 = 160$ Hz

$\therefore f_2 = 160 - 4 = 156$ Hz

∴ সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, $f = f_1 + f_2 = 316$ Hz (Ans.)

16. **Solⁿ:** বদ্ধ নলের তৃতীয় সমমেল, $f_1 = \frac{3v}{4l}$

খোলা নলের মূলসুর, $f_2 = \frac{v}{2l}$

$\therefore f_1 = f_2 + 100 \Rightarrow \frac{3v}{4l} - \frac{v}{2l} = 100$

$\Rightarrow \frac{v}{2l}\left(\frac{3}{2} - 1\right) = 100$

$\Rightarrow f_2 = \frac{100}{\frac{1}{2}} = 200$ Hz (Ans.)

17. **Solⁿ:** সা এর জন্য, $f_1 = \frac{1}{2l_1}\times\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\Rightarrow l_1 = \frac{1}{2\times 256}\times\sqrt{\frac{40}{0.5\times 10^{-3}}} = 0.5524$ m

$\therefore l_1 = 55.24$ cm (Ans.)

পা এর জন্য, $f_2 = \frac{1}{2l_2}\times\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\Rightarrow l_2 = \frac{1}{2\times 384}\sqrt{\frac{40}{0.5\times 10^{-3}}} = 0.3683$ m

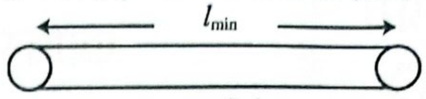
$\therefore l_2 = 36.83$ cm (Ans.)

18. **Solⁿ:** $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\rho\pi r^2}}$

$\Rightarrow f = \frac{1}{2\times 0.6}\times\sqrt{\frac{40}{10.5\times 10^3\times\pi\times(0.5\times 10^{-3})^2}}$

$\therefore f = 58.0376$ Hz

∴ তৃতীয় সমমেল, $f_3 = 3f = 174.113$ Hz (Ans.)



19. **Solⁿ:** $t_{air} - t_{Fe} = 0.1$ s

$\Rightarrow \Delta t = t_{air} - t_{Fe} = \frac{l}{v_{air}} - \frac{l}{v_{Fe}} = 0.1$

$\Rightarrow l = \frac{0.1}{\frac{1}{350} - \frac{1}{5130}} = 37.563$ m (Ans.)

20. **Solⁿ:** দেওয়া আছে, $I_1 = I_2$

$\Rightarrow 2\pi^2\rho_1 f_1^2 A_1^2 v_1 = 2\pi^2\rho_2 f_2^2 A_2^2 v_2$

$\Rightarrow \frac{A_1^2}{A_2^2} = \frac{v_2}{v_1}\cdot\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{3}$

$\therefore A_1 : A_2 = 1 : \sqrt{3}$ (Ans.)

21. **Solⁿ:** $\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_0} \Rightarrow I_1 = 10^{8.5}\times I_0$

and $I_2 = 10^{7.8} I_0$

$\therefore \beta_{net} = 10\log\left(\frac{I_1 + I_2}{I_0}\right)$

$= 10\log(10^{8.5} + 10^{7.8}) = 85.79$ dB (Ans.)

22. **Solⁿ:** $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = \frac{v}{f_1} : \frac{v}{f_2} : \frac{v}{f_3}$

$= \frac{1}{123} : \frac{1}{369} : \frac{1}{615} = 5 : 1.667 : 1 = 15 : 5 : 3$ (Ans.)

23. **Solⁿ:** নলের কম্পাঙ্ক, $f = (512 - 5)\text{Hz} = 507$ Hz

[∵ সুরশলাকার কম্পাঙ্ক বেশি]

∴ নলের বর্তমান দৈর্ঘ্য,

$l = \frac{v}{4f} = \frac{340}{4\times 507} = 0.167653$ m $= 16.7653$ cm

ঐকতানিক হতে দৈর্ঘ্য,

$l' = \frac{v}{4f'} = \frac{340}{4\times 512} = 0.166016$ m $= 16.6016$ cm

∴ দৈর্ঘ্য কমাতে হবে,

$\Delta l = l - l' = (16.7653 - 16.6016)$cm

$= 0.1637$ cm $= 1.637$ mm (Ans.)

24. সমাধান: তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{353}{493} \approx 0.716$ m।

(a) $\Delta x = \frac{\Delta\phi}{360^\circ}\lambda = \frac{55.0}{360}\times 0.716 \approx 0.109$ m

(b) : $\Delta\phi = \omega\Delta t = 2\pi f\Delta t$

$\Delta\phi = 2\pi(493)(1.12\times 10^{-3}) \approx 3.47$ rad

$= 3.47\times\frac{180}{\pi} \approx 199^\circ$

25. সমাধান: কম্পাঙ্ক $f \propto \sqrt{T}$।

বাতাসে টান $T_{air} = W = 164.0$ N।

তরলে টান $T_{liq} = W - B$, যেখানে B হলো প্লাবতা বল।

$\frac{f_{liq}}{f_{air}} = \sqrt{\frac{T_{liq}}{T_{air}}} = \sqrt{\frac{W - B}{W}} = \sqrt{1 - \frac{B}{W}}$

$\left(\frac{28.0}{42.0}\right)^2 = 1 - \frac{\rho_{liq}Vg}{\rho_{rock}Vg} = 1 - \frac{\rho_{liq}}{\rho_{rock}}$

$\left(\frac{2}{3}\right)^2 = 1 - \frac{\rho_{liq}}{3200}$

$\frac{4}{9} = 1 - \frac{\rho_{liq}}{3200} \Rightarrow \frac{\rho_{liq}}{3200} = 1 - \frac{4}{9} = \frac{5}{9}$

$\rho_{liq} = 3200\times\frac{5}{9} \approx 1778\ \text{kgm}^{-3}$

অধ্যায় ১০

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

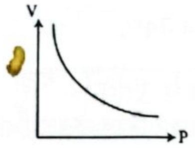
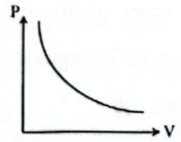
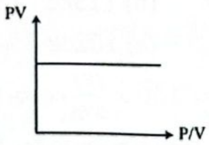
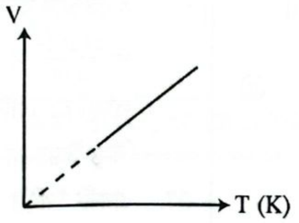
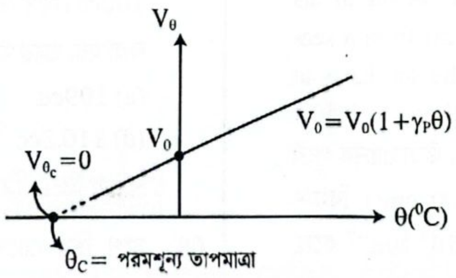
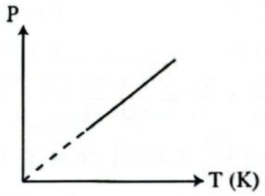
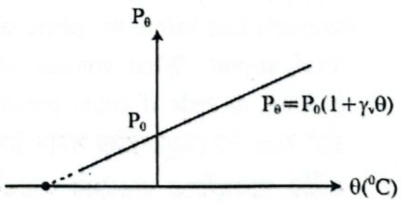
টপিক অ্যানালাইসিস

❖ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** বয়েল, চার্লস ও চাপের সূত্র	16	07	BUET'24-25, 22-23; KUET'24-25, 18-19, 13-14; RUET'24-25, 13-14, 12-13, 11-12; CUET'14-15, 04-05; CKRUET'22-23; IUT'23-24, 21-22, 20-21, 19-20, 16-17	BUTEX'24-25; KUET'25-26, 04-05; RUET'25-26, 15-16, 09-10, CUET'13-14,
✪✪✪	**T-02: PV = nRT** এবং বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগ্যাড্রোর সমন্বয় সূত্র	12	11	BUET'24-25, 22-23, 21-22; RUET'12-13; KUET'24-25; BUTEX'17-18, 15-16; IUT'23-24, 14-15, 21-22, 19-20	BUET'25-26, 24-25, 22-23, 21-22; KUET'05-06; RUET'06-07, 05-06; CUET'24-25, 13-14, 11-12, 07-08; MIST'24-25
✪✪✪	**T-03:** বর্গমূল গড় বর্গবেগ	10	05	BUET'24-25; RUET' 19-20; CKRUET'21-22, BUTEX'17-18, 15-16, 06-07; IUT'23-24, 21-22, 08-09;	BUET'17-18, 00-01, KUET'19-20, 16-17, 15-16
✪✪	**T-04:** গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি	07	02	BUET'21-22, 15-16; KUET'17-18; RUET'24-25; BUTEX'17-18; SUST'25-26	BUET'02-03; BUTEX'09-10, 02-03
✪✪	**T-05:** গড় মুক্তপথ	07	01	BUET'21-22; KUET'17-18, 11-12; RUET'14-15; CUET'09-10; BUTEX'17-18, 14-15;	BUET'23-24
✪✪✪	**T-06:** আপেক্ষিক আর্দ্রতা	05	03	BUET'23-24; KUET'14-15; CKRUET'23-24, 20-21; BUTEX'16-17	BUET'25-26, 17-18; BUTEX'03-04

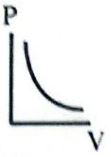
T-01: বয়েল, চার্লস ও চাপের সূত্র

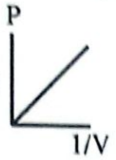
কনসেপ্ট রিভিউ

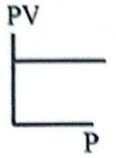
বিষয়	বয়েলের সূত্র	চার্লসের সূত্র	চাপের সূত্র
ধ্রুব রাশি	তাপমাত্রা (T), মোলসংখ্যা (n), গ্যাসের ভর (w)	চাপ (P), মোলসংখ্যা (n), গ্যাসের ভর (w)	আয়তন (V), মোলসংখ্যা (n), গ্যাসের ভর (w)
সূত্র	$V \propto \frac{1}{P} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$	$V \propto T \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $V_\theta = V_0(1 + \gamma_P\theta)$ এখানে, $V_\theta = \theta°C$ এ গ্যাসের আয়তন $V_0 = 0°C$ এ গ্যাসের আয়তন γ_P = স্থির চাপে আয়তন প্রসারণ সহগ $= \frac{1}{273}°C^{-1}$ [গাণিতিকভাবে পরম শূন্য তাপমাত্রা নির্ণয়ের সময় এই সূত্র Use করব] পানির বুদবুদ তলদেশ হতে উপরে এসে n গুণ হলে, পানির গভীরতা, $h = \frac{(n-1)P_a}{\rho_w g}$; P_a = বায়ুমণ্ডলের চাপ; ρ_w = তরলের ঘনত্ব	$P \propto T \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $P_\theta = P_0(1 + \gamma_V\theta)$ এখানে, $P_\theta = \theta°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ $P_0 = 0\ °C$ এ গ্যাসের চাপ γ_V = স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ প্রসারণ সহগ $= \frac{1}{273}°C^{-1}$
গ্রাফ	  	 	 
ঘনত্ব, চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক	$\rho = \frac{w}{V}$ $\rho \propto \frac{1}{V}$ $P \propto \frac{1}{V}$ $\therefore \boxed{\rho \propto P}$	$\rho = \frac{w}{V}$ $\rho \propto \frac{1}{V}$ $V \propto T$ $\therefore \boxed{\rho \propto \frac{1}{T}}$	

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. নিচের কোনটি বয়েলের সূত্রের গ্রাফ? **[BUET'24-25]**

(a)


(b)


(c)


(d) সবগুলোই সঠিক ⓓ

02. একটি বায়ু বুদবুদ কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় তার আয়তন 6 গুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2} হলে, হ্রদের গভীরতা কত? (পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3}) **[KUET'24-25, 18-19; BUET'22-23; IUT'21-22]**

(a) 51.02 m (b) 40.05 m (c) 40.82 m
(d) 50.02 m (e) 55.10 m ⓐ

Sol^n: এখানে, $P_2 = 10^5$ Pa; $\rho = 10^3$ kg m^{-3}
$g = 9.8$ ms^{-2}; বয়েলের সূত্রানুসারে, $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow (P_2 + h\rho g)V_1 = P_2 \times 6V_1 \Rightarrow h = \frac{5P_2}{\rho g}$
$\therefore h = \frac{5\times10^5}{1000\times9.8} = 51.02$ m

03. 27°C তাপমাত্রায় শুষ্ক বায়ুর আয়তন 100 cc। উক্ত বায়ুকে স্থির চাপে 60°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করলে আয়তন কত হবে? **[RUET'24-25]**

(a) 100 cc (b) 127 cc (c) 160 cc
(d) 130 cc (e) 111 cc ⓔ

Sol^n: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{273+60}{273+27}$
$\therefore V_2 = \left(\frac{333}{300} \times 100\right)$ cc $= 111$ cc

04. An airplane passenger has 100 cm^3 of air in his stomach just before the plane takes off from a sea-level airport. What volume will the air have at cruising altitude if cabin pressure drops to 7.50×10^4 Nm^{-2}? (সমুদ্রপৃষ্ঠের সমান উচ্চতার উড্ডয়ানের পূর্বে যাত্রীর পাকস্থলীতে বাতাসের আয়তন 100 cm³। বিমান উড্ডয়নের পরে কেবিনের চাপ 7.50×10^4 Nm^{-2} হলে, তবে ঐ বাতাসের আয়তন কত হবে?) **[IUT'23-24]**

(a) 270 cm^3 (b) 135 cm^3
(c) 27 cm^3 (d) 98 cm^3 ⓑ

Sol^n: $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow V_2 = \frac{101325\times100}{7.5\times10^4}$
$\therefore V_2 = 135.1 \approx 135$ cm^3

05. Compared to the initial value, what is the resulting pressure for an ideal gas that is compressed isothermally to one-third of its initial volume? (একটি আদর্শ গ্যাসকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সংকুচিত করে যদি তার প্রাথমিক আয়তনের এক-তৃতীয়াংশে নিয়ে আসা হয়, তাহলে প্রাথমিক মানের তুলনায় চূড়ান্ত চাপ কত হবে?) **[IUT'20-21, 19-20, 16-17]**

(a) Equal (b) Three times larger
(c) Larger, but less than three times larger
(d) More than three times larger ⓑ

Sol^n: $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow P_1 \times V_1 = P_2 \times \frac{V_1}{3}$
$\Rightarrow P_2 = 3P_1$

06. একটি 500m^3 আয়তনের ঘরের বাতাসের তাপমাত্রা 37°C। এয়ার কুলার ব্যবহার করার জন্য বাতাসের তাপমাত্রা কমে 22°C হল। যদি ঘরে বায়ুচাপ সমান থাকে, তবে শতকরা কত ভাগ বাতাস ঘরের মধ্যে আসবে/বাহির হয়ে যাবে? **[CUET'14-15, 04-05]**

(a) 4.84% (b) 2.42%
(c) 24.2% (d) None of them ⓐ

Sol^n: $V_2 = \frac{T_2}{T_1} \times V_1 = \left(\frac{273+22}{273+37} \times 500\right)$ m^3
$= 475.81$m^3 $\therefore \Delta V = V_1 - V_2 = 24.1935$m^3
$\therefore$ ভেতরে আসা বাতাসের শতকরা পরিমাণ
$= \frac{24.1935}{500} \times 100\% = 4.84\%$
লক্ষণীয়: এটি মূলত $n_1T_1 = n_2T_2$ দ্বারা করা উচিত। কিন্তু উত্তর না মিলায় আয়তন দিয়ে করা হলো।

07. একটি নির্দিষ্ট ভরের শুষ্ক বায়ুর 20°C তাপমাত্রায় আয়তন 100cc। যদি উক্ত শুষ্ক বায়ুকে স্থির চাপে 50°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়, তবে আয়তন কত হবে? **[KUET'13-14]**

(a) 109cc (b) 115cc (c) 112cc
(d) 110.2cc (e) 102cc ⓓ

Sol^n: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = 100 \times \frac{323}{293}$cc $= 110.2$cc

08. চাপ স্থির রেখে 27°C তাপমাত্রার কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসকে কত তাপমাত্রায় এর আয়তন দ্বিগুণ হবে? **[RUET'13-14]**

(a) 159K (b) 300K (c) 600K
(d) 900K (e) None ⓒ

Sol^n: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
$\Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = (2 \times 300) = 600$K.

09. $0^\circ C$ তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের চাপ $3\times10^5 Pa$ হলে $60^\circ C$ তাপমাত্রায় এর চাপ কত হবে? [RUET'12-13]

(a) $4.66\times10^5 Pa$ (b) $3.66\times10^5 Pa$
(c) $4.66\times10^4 Pa$ (d) $5.67\times10^5 Pa$
(e) None ⓑ

Solⁿ: $P_2 = \frac{P_1}{T_1}.T_2$
$= \frac{3\times10^5}{273}\times333$
$= 3.66\times10^5 Pa$

$P_1 = 3\times10^5 Pa$
$T_1 = 273K$
$T_2 = (273+60)K = 333K$

10. একটি পাত্রে $0^\circ C$ তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস রক্ষিত আছে। কত তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ $0^\circ C$ তাপমাত্রার চাপের এক-তৃতীয়াংশ হবে? [RUET'11-12]

(a) 91K (b) 81K (c) 73K
(d) 83K (e) 71K ⓐ

Solⁿ: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3P_2}{273} = \frac{P_2}{T_2} \therefore T_2 = 91K$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. কোনো একটি পুকুরের তলদেশ থেকে উপরিতলে বুদবুদের আয়তন 5 গুণ হয়। পুকুরের তাপমাত্রা স্থির থাকলে গভীরতা নির্ণয় করো। [বায়ুমণ্ডলীয় চাপ = 1.013×10^5 Pa] [RUET'25-26]

Solⁿ: $P_{up}V_{up} = P_{down}V_{down}$
$\Rightarrow P_o\times5V = (P_o+h\rho g)\times V$
$\Rightarrow h = \frac{4P_o}{\rho g} = \frac{4\times1.013\times10^5}{1000\times9.8} = 41.347$ m **(Ans.)**

02. দুটি নদীর পানির ঘনত্ব $\rho_A = 1000\ kgm^{-3}, \rho_B = 1100 kgm^{-3}$, কোনো বুদবুদের আয়তন উভয় নদীর তলদেশ থেকে উপরিতলে আসলে 4 গুণ হয়, নদী দুইটির গভীরতার অনুপাত কত? [KUET'25-26]

Solⁿ: এখানে, $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} = 4$
$\therefore \frac{P_a+h\rho g}{P_a} = 4$
$\therefore h = \frac{3P_a}{\rho g}$
$\therefore \frac{h_A}{h_B} = \frac{\frac{3P_a}{\rho_A g}}{\frac{3P_a}{\rho_B g}} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{1100}{1000} = 1.1:1 = 1.1$ **(Ans.)**

03. কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমন্ডলের চাপ স্বাভাবিক বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান এবং হ্রদের পানির উষ্ণতা ধ্রুবক হলে হ্রদের গভীরতা কত? [BUTEX'24-25; RUET'15-16, 09-10, CUET'13-14, KUET'04-05]

Solⁿ: ব্যাস দ্বিগুণ হয় অর্থাৎ, আয়তন 8 গুণ হয়। [$V \propto d^3$]
হ্রদের তলদেশে চাপ, $P_1 = (P_a+h\rho g)$ Pa
আয়তন, $V_1 = V\ m^3$
হ্রদের উপরিতলে, চাপ, $P_2 = P_a$
আয়তন, $V_2 = 8V\ m^3$
বয়েলের সূত্রানুসারে, $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow (P_a+h\rho g)V = P_a.8V$
$\therefore h = \frac{7P_a}{\rho g} = \frac{7\times101325}{1000\times9.8} = 72.375$ m **(Ans.)**

T-02: PV = nRT এবং বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগ্যাড্রোর সমন্বয় সূত্র

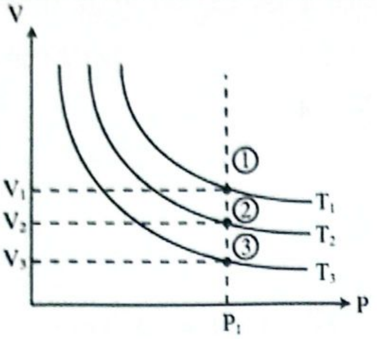
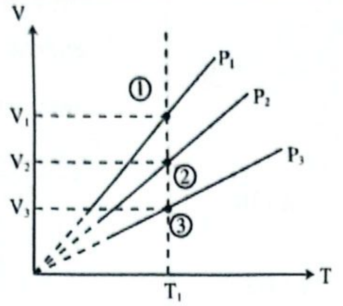
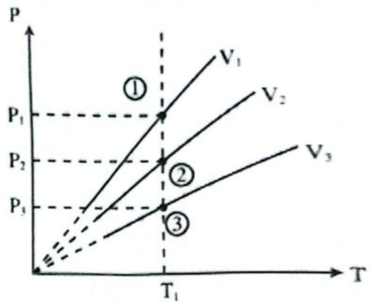
কনসেপ্ট রিভিউ

- সমন্বয় সূত্র:
  - $\frac{PV}{T} = \text{Constant} \therefore \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
  - $\frac{\rho T}{P} = \text{Constant} \therefore \frac{\rho_1T_1}{P_1} = \frac{\rho_2T_2}{P_2}$
- $PV = nRT; n = \frac{W(\text{গ্যাসের ভর})}{M(\text{মোলার আণবিক ভর})} = \frac{N\ (\text{গ্যাসে মোট অণু সংখ্যা})}{N_A\ (\text{অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা})}$
- $PM = \rho RT$; যেখানে, ρ = গ্যাসের ঘনত্ব

রাশি	Set-01	Set-02	একক রূপান্তর
P	Pa	atm	1 atm = 101325 Pa
V	m^3	L	$1\ m^3 = 10^3 L$
T	K	K	K = C + 273
n	mol	mol	-
R	$8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$	$0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}K^{-1}$	-

[সমাধানে হয় Set-01 অথবা Set-02 Use করবো।]

- বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23}$ J molecule^{-1} K^{-1}
- গ্রাফের তুলনা:

		
(1), (2) ও (3) নং প্রতিটি বিন্দুতে P একই। $\therefore V \propto T$ $\because V_1 > V_2 > V_3 \therefore T_1 > T_2 > T_3$	(1), (2) ও (3) নং প্রতিটি বিন্দুতে T একই। $\therefore V \propto \frac{1}{P}$ $\because V_1 > V_2 > V_3 \therefore P_1 < P_2 < P_3$	(1), (2) ও (3) নং প্রতিটি বিন্দুতে T একই। $\therefore P \propto \frac{1}{V}$ $\because P_1 > P_2 > P_3 \therefore V_1 < V_2 < V_3$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 2atm চাপে 4L আয়তনের একটি পাত্রে 10.4g গ্যাস বিদ্যমান থাকলে; ঐ গ্যাসের নাম কী? [তাপমাত্রা 27°C] **[BUET'24-25]**

(a) CO_2 (b) H_2 (c) O_2 (d) N_2 ⓒ

Solⁿ: $PV = \frac{w}{M}RT \Rightarrow 2 \times 101325 \times 4 \times 10^{-3}$

$= \frac{10.4}{M} \times 8.314 \times (273 + 27)$

$\Rightarrow M = 32$g/mol

∴ গ্যাসটি অক্সিজেন (O_2)

02. 227°C তাপমাত্রায় ও 5 atm বায়ুচাপে 1 লিটার আদর্শ গ্যাসের মধ্যে অণুর সংখ্যা নির্ণয় করো। ($R = 8.31 \times 10^7$ ergs gm^{-1} mol^{-1} K^{-1} এবং $N = 6.023 \times 10^{23}$) **[KUET'24-25]**

(a) 2.688×10^{25} (b) 3.67×10^{22}
(c) 6.023×10^{23} (d) 7.34×10^{22}
(e) 7.34×10^{23} ⓓ

Solⁿ: $n = \frac{N}{N_A} = \frac{PV}{RT} \Rightarrow N = \frac{PV}{RT} \times N_A$

$\therefore N = \frac{5 \times 101325 \times 10^{-3}}{8.31 \times (273+227)} \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 7.34 \times 10^{22}$ টি

X
200 K
Y
400 K

03. In the given figure, volume of bulb X is twice that of bulb Y. The system is filled with an ideal gas in such a way that pressures of both bulbs are the same. X bulb contains m mass of gas. Which of the following is the mass contained for Y? (প্রদত্ত চিত্রে, X বাল্বের আয়তন Y বাল্বের দ্বিগুণ। সিস্টেমটিকে এমনভাবে একটি আদর্শ গ্যাস দিয়ে পূর্ণ করা হয়েছে যাতে উভয় বাল্বের চাপ সমান থাকে। X বাল্বে গ্যাসের ভর m। নিচের কোনটি Y বাল্বে থাকা গ্যাসের ভর নির্দেশ করে?) **[IUT'23-24; BUTEX'17-18]**

(a) $\frac{m}{4}$ (b) $\frac{m}{2}$ (c) m (d) 2 m ⓐ

Solⁿ: $\frac{P_X V_X}{n_X T_X} = \frac{P_Y . V_Y}{n_Y . T_Y} \Rightarrow \frac{2.V_y}{m.200} = \frac{V_y}{m_y.400} \therefore m_Y = \frac{m}{4}$

04. A balloon partially filled with helium has a volume of 30 m³ at the earth's surface where pressure is 76 cm Hg and temperature is 27°C. What will be the increase in volume of gas if balloon rises to a height, where pressure is 7.6 cm Hg and temperature is −54°C? (একটি বেলুন হিলিয়াম গ্যাস দিয়ে ভরা আংশিকভাবে এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে এর আয়তন 30 m³, চাপ 76 cm Hg এবং তাপমাত্রা 27°C। যদি বেলুনটি এমন একটি উচ্চতায় উঠে যায়, চাপ 7.6 cm Hg এবং তাপমাত্রা −54°C, তবে গ্যাসের আয়তন কত বৃদ্ধি হবে?) **[IUT'23-24, 14-15]**

(a) 189 m³ (b) 219 m³ (c) 300 m³ (d) 92 m³ ⓐ

Solⁿ: $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1} \times V_1$

$\Rightarrow V_2 = \frac{76}{7.6} \times \frac{(273-54)}{(273+27)} \times 30$

$\Rightarrow V_2 = 219$ m³

$\therefore \Delta V = V_2 - V_1 = 219 - 30 = 189$ m³

05. T তাপমাত্রার এক লিটার বায়ুকে উত্তপ্ত করা হলো যতক্ষণ না বায়ুর চাপ ও আয়তন উভয়ই দ্বিগুণ হয়। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) 2T (b) 4T (c) $\frac{T}{2}$ (d) $\frac{T}{4}$ ⓑ

Sol^n: $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$

$\Rightarrow \frac{PV}{T} = \frac{2P.2V}{T'}$

$\Rightarrow T' = 4T$

06. SI এর এককে R এর মান কত? **[BUET'21-22; RUET'12-13]**

(a) $8.314\ JK^{-1}mol$ (b) $8.314\ J^{-1}K^{-1}mol^{-1}$
(c) $8.314\ JKmol^{-1}$ (d) $8.314\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ ⓓ

07. আয়তাকার রুমের মাঝে 3 mole অক্সিজেন গ্যাস 27°C তাপমাত্রায় অবস্থান করছে। রুমের মাত্রা $5 \times 3 \times 2$ [m এককে]। আয়তাকার রুমটিতে অক্সিজেন গ্যাসের চাপ কত? **[BUET'22-23]**

(a) 250 Pa (b) 350 Pa (c) 450 Pa (d) 150 Pa ⓐ

Sol^n: $V = (5 \times 3 \times 2)m^3 = 30m^3$

$T = 300K ; n = 3\ mole$

$\therefore P = \frac{nRT}{V} = 249.42\ Pa \approx 250\ Pa$

08. If $R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$, then find the volume of 20 g oxygen at 27°C and 72 cm-Hg pressure. ($R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$ হলে 27°C এবং 72 cm-Hg চাপে 20g অক্সিজেনের আয়তন নির্ণয় করো।) **[IUT'21-22]**

(a) $16.24 \times 10^{-3}\ m^3$ (b) $26.24 \times 10^{-3}\ m^3$
(c) $16.24 \times 10^{-2}\ m^3$ (d) $26.24 \times 10^{-2}\ m^3$ ⓐ

Sol^n: $PV = nRT$

$\Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{\frac{20}{32} \times 8.314 \times 300}{\frac{72}{76} \times 101325}\ m^3$

$= 16.24 \times 10^{-3}\ m^3$

09. The temperature of an open room of volume $30\ m^3$ increases from 17°C to 27°C due to the sunshine. The atmospheric pressure in the room remains 1×10^5 Pa. If n_i and n_f are the number of molecules in the room before and after heating, then $n_i - n_f$ will be: (সূর্যের আলোতে একটি $30\ m^3$ আয়তনের খোলা ঘরের তাপমাত্রা 17°C থেকে 27°C-এ বৃদ্ধি পায়। ঘরের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ অপরিবর্তিত থেকে যায়, যার মান 1×10^5 Pa। যদি n_i এবং n_f যথাক্রমে গরম হওয়ার আগে ও পরে ঘরের অণুর সংখ্যা হয়, তবে $n_i - n_f$ কত হবে?) **[IUT'19-20]**

(a) -2.5×10^{25} (b) -1.61×10^{23}
(c) 1.38×10^{23} (d) 2.5×10^{25} ⓓ

Sol^n: $n_i - n_f = \frac{PV}{R} \times \left(\frac{1}{290} - \frac{1}{300}\right) \times N_A$

$= \frac{1 \times 10^5 \times 30}{8.314} \times \left(\frac{1}{290} - \frac{1}{300}\right) \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 2.5 \times 10^{25}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি বুদবুদের আয়তন হ্রদের তলদেশে ও পানির পৃষ্ঠে যথাক্রমে $3\ cm^3$ ও $6\ cm^3$। বুদবুদটি উপরে উঠার সময় এর 20% গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে যায়। উপরে উঠার সময় বুদবুদটির তাপমাত্রা ধ্রুবক থাকলে হ্রদের গভীরতা নির্ণয় কর। [হ্রদের পৃষ্টে বাতাসের চাপ 10 m পানি স্তম্ভের সমান।] **[BUET'25-26]**

Sol^n: ধরি, তলদেশে গ্যাসের মোলসংখ্যা n_1।

$\therefore$ উপরে উঠার পর মোল সংখ্যা, $n_2 = 0.8\ n_1$

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV = nRT$

অনুসারে $\frac{PV}{n} = RT =$ ধ্রুবক [T ধ্রুবক]

$\therefore \frac{P_1V_1}{n_1} = \frac{P_2V_2}{n_2}$ [হ্রদের নিচে P_1, V_1, n_1;

হ্রদের উপরে P_2, V_2, n_2]

$\Rightarrow \frac{(P_2 + H\rho g)V_1}{n_1} = \frac{P_2V_2}{n_2}$

$\Rightarrow \frac{(10 \times 1000 \times 9.8 + H \times 1000 \times 9.8) \times 3}{n_1} = \frac{(10 \times 1000 \times 9.8) \times 6}{0.8\ n_1}$;

[$P_2 = 10$ m পানি স্তম্ভের চাপ $= h\rho g = 10 \times 1000 \times 9.8$]

$\therefore H = 15\ m$

অতএব, হ্রদের গভীরতা 15 m। **(Ans.)**

02. পুকুরের তলদেশে তাপমাত্রা 4°C ও উপরে 20°C। 20 m গভীর পুকুর। বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.013×10^5 Pa ও পানি ঘনত্ব $= 0.998 \times 10^3\ kgm^{-3}$। তলদেশ থেকে একটি $2m^3$ আয়তনের বেলুন ছেড়ে দেওয়া হলে, পুকুরের উপরিতলে এর আয়তন কত হবে? **[BUET'24-25; KUET, RUET'05-06]**

Sol^n: $\frac{P_{up}V_{up}}{T_{up}} = \frac{P_{down}V_{down}}{T_{down}}$

$\Rightarrow \frac{P_{air}V_{up}}{T_{up}} = \frac{(P_{air} + h\rho g)V_{down}}{T_{down}}$

$\Rightarrow \frac{1.013 \times 10^5 \times V_{up}}{(20+273)} = \frac{\{(1.013 \times 10^5) + 20 \times 0.998 \times 10^3 \times 9.8\}2}{(4+273)}$

$\therefore V_{up} = 6.2006\ m^3$ **(Ans.)**

03. একটি $500\ m^3$ আয়তনের ঘরের বাতাসের তাপমাত্রা 37°C। এয়ার কুলার ব্যবহার করার জন্য বাতাসের তাপমাত্রা কমে 23°C হল। যদি ঘরে বায়ুচাপ সমান থাকে, তবে শতকরা কতভাগ বাতাস ঘরের মধ্যে আসবে বা বাহির হবে? **[CUET'24-25]**

Sol^n: এখানে, বায়ুর চাপ ও আয়তন ধ্রুব।

$\therefore n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n \propto \frac{1}{T}$

$\Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2}$

$\Rightarrow \frac{n_2 - n_1}{n_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{37-23}{273+23}$

$\Rightarrow \frac{\Delta n}{n_1} = \frac{14}{296} = 0.04729 = 4.729\ \%$

$\therefore$ বায়ু ভেতরে আসবে 4.729% **(Ans.)**

04. একটি সিলিন্ডারে রক্ষিত অক্সিজেন গ্যাস-এর আয়তন 1×10^{-2} m³, তাপমাত্রা 300 K এবং চাপ 2.5×10^5 Nm⁻²। তাপমাত্রা স্থির রেখে কিছু অক্সিজেন বের করে নেওয়া হলো। ফলে চাপ কমে 1.3×10^5 Nm⁻² হয়। ব্যবহৃত অক্সিজেন-এর ভর নির্ণয় কর? **[MIST’24-25]**

সমাধান: $\Delta n = \left(\frac{P_1V}{RT} - \frac{P_2V}{RT}\right)$

$= \frac{V}{RT}(P_1 - P_2) = 0.4811$ mol

এখন, $\Delta m_{O_2} = 0.4811 \times 32 = 15.39$ g

$= 0.015$ kg **(Ans.)**

05. যখন একজন ব্যক্তি শ্বাস নেয়, তখন তার ফুসফুস 37°C দৈহিক তাপমাত্রায় ও 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে 5.5 liter বাতাস ধরে রাখতে পারে। এই বাতাসে অক্সিজেনের পরিমাণ 21% হলে, তার ফুসফুস কতটি অক্সিজেন অণু ধরে রাখতে পারবে তা নির্ণয় করো। **[BUET’22-23]**

Solⁿ: আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসারে,

$PV = nRT$

$\Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$

$= \frac{1 \times 5.5}{0.0821 \times 310}$

$\therefore n = 0.2161$ mol

এখানে,
$P = 1$ atm
$V = 5.5$ L
$T = 37°C = 310$ K
$R = 0.0821$ Latm mol⁻¹K⁻¹

$\therefore n_{O_2} = n \times 0.21$

$= (0.2161 \times 0.21)$

$= 0.04538$ mol

$\therefore O_2$ অণুর সংখ্যা, $N_{O_2} = n_{O_2} \times N_A$

$= 0.04538 \times 6.023 \times 10^{23} = 2.733 \times 10^{22}$ টি **(Ans.)**

06. 20g হিলিয়াম গ্যাস পূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন 0.12 m³, বেলুনের ভেতরে গ্যাসের চাপ 1.5×10^5Nm⁻²। বেলুনে ভেতরে গ্যাসের তাপমাত্রা কত? **[BUET’21-2**

Solⁿ: $M_{He} = 4$g; $n = \frac{20}{4} = 5$ mole

$V = 0.12$ m³; $P = 1.5 \times 10^5$Nm⁻²

$R = 8.314$ J mol⁻¹K⁻¹ ; T = ?

আমরা জানি, $PV = nRT$

$\Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{1.5 \times 10^5 \times 0.12}{5 \times 8.314} = 433$ K $= 160°C$ **(Ans.)**

07. একটি সিলিন্ডারে রক্ষিত অক্সিজেন গ্যাসের আয়তন 1×10^{-2}m³, তাপমাত্রা 300K এবং চাপ 2.5×10^5Nm⁻², তাপমাত্রা স্থির রেখে কিছু অক্সিজেন বের করে নেয়া হল। ফলে চাপ কমে 1.3×10^5Nm⁻² হল। ব্যবহৃত অক্সিজেনের ভ নির্ণয় কর। **[CUET’13-14, 11-12, 07-08]**

Solⁿ: আমরা জানি, $PV = nRT$

সিলিন্ডারে অক্সিজেনের পূর্বের মোল সংখ্যা, $n_1 = \frac{P_1V}{RT}$

পরের মোল সংখ্যা, $n_2 = \frac{P_2V}{RT}$

ব্যবহৃত মোল সংখ্যা $= n_1 - n_2 = (P_1 - P_2)\frac{V}{RT}$

$= (2.5 - 1.3) \times 10^5 \times \frac{10^{-2}}{8.314 \times 300} = 0.4811$ mole

$\therefore$ ব্যবহৃত অক্সিজেনের ভর,

$w = nM = (0.4811 \times 32)$g $= 15.40$ g **(Ans.)**

T-03: বর্গমূল গড় বর্গবেগ

কনসেপ্ট রিভিউ

- গড়বেগ, $c_{avg} = \frac{c_1 + c_2 + \ldots\ldots + c_n}{n} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$
- সর্বোচ্চ সম্ভাব্য বেগ, $c_{mpv} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$
- মূল গড় বর্গবেগ, $c_{rms} = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \ldots\ldots + c_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
- $c_{mps} : c_{avg} : c_{rms} = \sqrt{2} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{3} = 1 : 1.12 : 1.22$
- $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3PV}{w}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

এখানে, $R = 8.314$ J mol⁻¹K⁻¹
T = উপস্থিত গ্যাসের তাপমাত্রা (K)
V = উপস্থিত গ্যাসের আয়তন (m³)
P = উপস্থিত গ্যাসের চাপ (Pa)
M = গ্যাসের মোলার ভর (kg/mol)
w = উপস্থিত গ্যাসের ভর (kg)
ρ = গ্যাসের ঘনত্ব (kgm⁻³)
k = বোল্টজম্যান ধ্রুবক
$= \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23}$ J(molecule)⁻¹K⁻¹
m = একটি গ্যাস অণুর ভর

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কত তাপমাত্রায় SO_2 এর C_{rms}, 28°C এ O_2 এর C_{rms} এর সমান হবে? **[BUET'24-25]**

(a) 602°C (b) 329 K (c) 329°C (d) None ⓒ

Sol^n: $\frac{T_{SO_2}}{T_{O_2}} = \frac{M_{SO_2}}{M_{O_2}} \Rightarrow T_{SO_2} = \frac{64}{32} \times 301$

$= 602\text{ K} = 329°\text{C}$

02. বর্গমূল গড় বর্গবেগের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক কোনটি? **[BUET'24-25]**

(a) সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক

(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক ⓑ

Sol^n: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} \propto \sqrt{T}$

03. তিনটি কণার বেগ যথাক্রমে 24, 104 এবং 114। নিচের কোন বিবৃতিটি সঠিক? **[BUTEX'17-18]**

(a) মূল গড় বর্গবেগ গড় বেগের চেয়ে 9.5 বেশি হবে

(b) গড় বেগ মূল গড় বর্গবেগের চেয়ে 14 গুণ বেশি হয়

(c) মূল গড় বর্গবেগ এবং গড় বেগ সমান হবে

(d) মূল গড় বর্গবেগ গড় বেগের চেয়ে 24 গুণ বেশি হবে ⓐ

Sol^n: মূল গড় বর্গবেগ $= \sqrt{\frac{24^2+104^2+114^2}{3}}$

$= 90.1628\text{ ms}^{-1}$

গড়বেগ $= \frac{24+104+114}{3} = 80.667\text{ ms}^{-1}$

এখন, মূল গড় বর্গবেগ – গড়বেগ

$= 90.1628 - 80.667 \approx 9.5$

∴ অর্থাৎ, মূল গড় বর্গবেগ গড়বেগের চেয়ে 9.5 বেশি হবে।

04. 27°C তাপমাত্রার গ্যাসকে কত তাপমাত্রায় নেওয়া হলে গড়বেগ দ্বিগুণ হবে? **[CKRUET'21-22, RUET' 19-20]**

(a) 54°C (b) 273°C (c) 540°C

(d) 1000 K (e) 927°C ⓔ

Sol^n: $C_{avg} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$\therefore C \propto \sqrt{T} \therefore C_2 = C_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{C_1^2}{C_2^2}$

$\Rightarrow T_2 = T_1 \times 2^2 = (300 \times 4)\text{K}$

$= 1200\text{ K} = 927°\text{C}$

05. Density of the carbon-di-oxide gas is 1.98 kgm^{-3} at 0°C temperature and at $1.0 \times 10^5\text{ Nm}^{-2}$ pressure. Calculate the root mean square velocity of the molecules of that gas at 30°C temperature and at same pressure. (কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাসের ঘনত্ব 1.98 kgm^{-3}, তাপমাত্রা 0°C এবং চাপ $1.0 \times 10^5\text{ Nm}^{-2}$ অবস্থায়। যদি তাপমাত্রা 30°C এবং চাপ একই থাকে, তবে ঐ গ্যাসের অণুগুলোর বর্গমূলীয় গড় বর্গবেগ কত হবে?) **[IUT'21-22, BUET'06-07]**

(a) 414.08 ms^{-1} (b) 420.08 ms^{-1}

(c) 424.08 ms^{-1} (d) 410.08 ms^{-1} ⓓ

Sol^n: $C_1 = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3\times10^5}{1.98}}\text{ ms}^{-1} = 389.249\text{ ms}^{-1}$

$\therefore C_2 = C_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 389.25\sqrt{\frac{303}{273}} = 410.08\text{ ms}^{-1}$

06. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন এর মূল গড় বর্গবেগের অনুপাত কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) 1 : 4 (b) 4 : 1 (c) 1 : 2 (d) 2 : 1 ⓐ

Sol^n: $\frac{c_{rms}(O_2)}{c_{rms}(H_2)} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4} = 1:4$

07. Four molecules of a gas have speeds 1,2,3 and 4 kms^{-1}. The value of the root mean square speed of the gas molecules is- (একটি গ্যাসের চারটি অণুর বেগ যথাক্রমে 1, 2, 3 এবং 4 kms^{-1}। ঐ গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগের মান কত?) **[IUT'08-09]**

(a) $\frac{1}{2}\sqrt{15}\text{kms}^{-1}$ (b) $\frac{1}{2}\sqrt{10}\text{ kms}^{-1}$

(c) $\frac{1}{2}\sqrt{30}\text{ kms}^{-1}$ (d) $\sqrt{\frac{15}{2}}\text{kms}^{-1}$ ⓓ

Sol^n: $C_{rms} = \sqrt{\frac{1^2+2^2+3^2+4^2}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{30} = \sqrt{\frac{15}{2}}\text{kms}^{-1}$

08. Which is not a fundamental postulate of gas molecules? (নিম্নের কোনটি গ্যাসের অণুর মৌলিক স্বীকার্যের অন্তর্ভুক্ত নয়?) **[IUT'23-24]**

(a) Molecules are always in motion. (অণুগুলো সর্বদা গতিশীল থাকে।)

(b) Molecules of gases are point mass of ideal elastic spheres. (গ্যাসের অণুগুলো বিন্দু ভরবিশিষ্ট আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক।)

(c) Velocity of molecules increases with the increase of temperature. (তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অণুগুলোর বেগ বৃদ্ধি পায়।)

(d) Gas molecules are unable to move freely all over the volume of the container. (গ্যাসের অণুগুলো পাত্রের পুরো আয়তনে স্বাধীনভাবে চলাচল করতে পারে না।) ⓓ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. স্থির চাপে কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের অণুর মূল গড় বর্গবেগ প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রার মূল গড় বর্গবেগ এর অর্ধেক হবে? **[KUET'19-20]**

Solⁿ: প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় $c_{rms} = c_1$,

তাপমাত্রা $T_1 = 273K$, T_2 তাপমাত্রায় $c_{rms} = c_2$

প্রশ্নমতে, $c_2 = \frac{1}{2}c_1 \Rightarrow \frac{c_2}{c_1} = \frac{1}{2}$

তাহলে, $\frac{C_2}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$

$\Rightarrow T_2 = 273 \times \frac{1}{4} = 68.25K = -204.75^oC$ **(Ans.)**

02. কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ $-100°C$ তাপমাত্রার হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগের সমান হবে?

[BUET'17-18, 00-01, KUET'16-17, 15-16

Solⁿ: আমরা জানি, $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow M = \frac{3R}{c_{rms}^2}T$

সুতরাং, $M \propto T$

এখন, $M_{O_2} = 32\,gmol^{-1}$, $T_{O_2} = ?$, $M_{H_2} = 2\,gmol^{-1}$

$T_{H_2} = -100°C = -100 + 273 = 173\,K$

সুতরাং, $\frac{M_{O_2}}{T_{O_2}} = \frac{M_{H_2}}{T_{H_2}} \Rightarrow T_{O_2} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} \times T_{H_2}$

$\Rightarrow T_{O_2} = \frac{32}{2} \times 173$

$\Rightarrow T_{O_2} = 2768\,K = 2495^oC$ **(Ans.)**

T-04: গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ গ্যাসের গতিশক্তি:

1 টি অণুর গড় গতিশক্তি	$\frac{f}{2}kT$
N সংখ্যক অণুর মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}NkT$
1 mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}RT$
n mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}nRT$

◆ **n মোল গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি:**

গ্যাস	স্বাধীনতার মাত্রা (f)	গতিশক্তি		
		রৈখিক	ঘূর্ণন	মোট
এক পারমাণবিক (যেমন: He, Ar)	3	$\frac{3}{2}nRT$	0	$\frac{3}{2}nRT$
দ্বিপারমাণবিক যেমন: H_2, O_2, N_2) এবং সরলরৈখিক বহুপারমাণবিক (যেমন: CO_2)	$3 + 2 = 5$	$\frac{3}{2}nRT$	$2 \times \frac{1}{2}nRT$	$\frac{5}{2}nRT$
বহুপারমাণবিক (যেমন: NH_3)	$3 + 3 = 6$	$\frac{3}{2}nRT$	$3 \times \frac{1}{2}nRT$	$6 \times \frac{1}{2}nRT = 3nRT$

Note: আদর্শ গ্যাসের মোট শক্তি = গতিশক্তি = অন্তঃস্থশক্তি। গ্যাসের শক্তি শুধু পরম তাপমাত্রার (T) উপর নির্ভরশীল।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. T কেলভিন তাপমাত্রায় প্রতি মোল এক-পারমাণবিক গ্যাসের গতিশক্তি কোনটি? **[SUST'25-26]**

(a) $\frac{3}{2}pT$ (b) $\frac{3}{2}RT$ (c) $\frac{3}{2}kT$ (d) $\frac{1}{3}\rho c^2$ ⓑ

Solⁿ: (b); $E_k = \frac{f}{2}nRT = \frac{3}{2}RT$

[f = স্বাধীনতার মাত্রা, n = মোল সংখ্যা = 1]

02. একটি বদ্ধ সিলিন্ডারে 10 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। 30°C তাপমাত্রায় গ্যাসটি কী পরিমাণ গতিশক্তি লাভ করবে? **[RUET'24-25; BUET'21-22; KUET'17-18]**

(a) 1080.28 J (b) 1108.28 J

(c) 1180.28 J (d) 1100 J

(e) 1801.28 J ⓔ

Sol: O_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$ যা বসিয়ে $E_k = 1968.079\ J$ পাওয়া যায়; যা অপশনে নেই।

কিন্তু স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 3$ বসালে,

$$E = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{10}{32} \times 8.314 \times (273 + 30)$$
$$= 1180.85\ J \approx 1180.25\ J$$

03. 7 g N_2 গ্যাসের 30°C এ গতিশক্তি কত? **[BUET'21-22]**
(a) 944.68 J (b) 954.86 J
(c) 944.96 J (d) None ⓐ

Sol^n: $E = \frac{5}{2}nRT = 1574.46\ J$; যা অপশনে নেই।

$f = 3$ ধরে,

$$E = \frac{3}{2}nRT = \left(\frac{3}{2} \times \frac{7}{28} \times 8.314 \times 303\right) = 944.68\ J$$

04. 'h' উচ্চতাবিশিষ্ট ঘনকের মধ্যে m ভরের আদর্শ গ্যাস আছে। তার বিভবশক্তি– **[BUTEX'17-18]**
(a) mgh (b) $\frac{1}{2}mc^2$ (c) $\frac{3}{2}KT$ (d) শূন্য ⓓ

Sol^n: আদর্শ গ্যাসের সকল শক্তিই গতিশক্তিরূপে বিদ্যমান। অর্থাৎ, আদর্শ গ্যাসের বিভবশক্তি শূন্য।

05. 20 লিটার ধারণ ক্ষমতার একটি সিলিন্ডার হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ। হাইড্রোজেন গ্যাস অণুর মোট গড় গতিশক্তি 1.5×10^5 J। সিলিন্ডারে হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ হল- **[BUTEX'15-16]**
(a) $2 \times 10^6\ Nm^{-2}$ (b) $3 \times 10^6\ Nm^{-2}$
(c) $4 \times 10^6\ Nm^{-2}$ (d) $5 \times 10^6\ Nm^{-2}$ ⓑ

Sol^n: $E = \frac{5}{2}nRT = \frac{5}{2}PV$

$$\therefore P = \frac{2}{5}\frac{E}{V} = 3 \times 10^6\ Nm^{-2}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 29°C তাপমাত্রায় 3g নাইট্রোজেনের মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। [নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর 28g] **[BUTEX'09-10; BUET'02-03]**

Sol^n: $E_K = \frac{5}{2}nRT = \frac{5}{2} \times \frac{3}{28} \times 8.314 \times (273 + 29)$
$= 672.54\ J$ **(Ans.)**

T-05: গড় মুক্তপথ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ গড় মুক্তপথ সংক্রান্ত ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণ:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\bar{n}}$$
$$= \frac{m}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\rho}$$
$$= \frac{RT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 N_A P}$$

$[PV = \frac{N}{N_A} \times RT;$

$N = \frac{PN_A}{RT}$ [$V = 1m^3$ হলে]

এখানে, λ = গড় মুক্তপথ
σ = গ্যাস অণুর ব্যাস
$\bar{n}$ = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা $= \frac{N}{V}$
m = একটি গ্যাস অণুর ভর
ρ = গ্যাসের ঘনত্ব/একক আয়তনে মোট ভর $= m \times \bar{n}$

◆ পরপর দুইটি সংঘর্ষের মধ্যে সময়, $T = \frac{\lambda}{c_{rms}}$

◆ প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষ সংখ্যা $= \frac{1}{T} = \frac{c_{rms}}{\lambda}$

◆ ক্লসিয়াস সমীকরণ, $\lambda = \frac{1}{\pi\sigma^2 n}$

◆ বোল্টজম্যান সমীকরণ, $\lambda = \frac{3}{4\pi\sigma^2 n}$

[**Note:** প্রশ্নে কিছু বলা না থাকলে, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\bar{n}}$ ব্যবহার করবে।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. বোল্টজম্যানের গড় মুক্ত পথের সমীকরণ কোনটি? **[BUET'21-22]**
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}\,n\pi\sigma^2}$ (b) $\frac{3}{4n\pi\sigma^2}$ (c) $\frac{1}{n\pi\sigma^2}$ (d) $\frac{4}{3n\pi\sigma^2}$ ⓑ

02. কোনো গ্যাস অণুর ব্যাস 2.5×10^{-10} m এবং প্রতি ঘনমিটার গ্যাস অণুর সংখ্যা 6.02×10^{25}। গ্যাসটির গড় মুক্তপথ কত হবে? **[BUTEX'17-18; KUET'17-18; RUET'14-15; CUET'09-10]**
(a) 5×10^{-8} m (b) 5.8 nm
(c) 0.6 nm (d) 8×10^{-8} m ⓐ

Sol^n: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$

$= \frac{1}{\sqrt{2}\pi(2.5\times10^{-10})^2\times6.02\times10^{25}}$

$= 5.98\times10^{-8}$m

$\lambda = 5.98\times10^{-8}$ m

যা অপশনের কাছাকাছি।

দেওয়া আছে,

একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,

$n = 6.02\times10^{25}$

অণুর ব্যাস,

$\sigma = 2.5\times10^{-10}$ m

03. কোন গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ এর ব্যাসের- **[BUTEX'14-15]**

(a) সমানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

(c) বর্গের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের সমানুপাতিক ⓑ

Sol^n: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\sigma^2}$

04. কোন একটি গ্যাসের অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ 2.4×10^{-6}cm ও আণবিক ব্যাস 2.0×10^{-8}cm হলে প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা কত? **[KUET'11-12]**

(a) 2.345×10^{26} (b) 3.2×10^{22}

(c) 2.342×10^{28} (d) 3.5×10^{20}

(e) 2.344×10^{20} ⓒ

Sol^n: $\lambda = 2.4\times10^{-6}$cm , $\sigma = 2\times10^{-8}$cm, n =?

ম্যাক্সওয়েল অনুসারে, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$

$\Rightarrow n = 2.3445\times10^{20}$ [এ সমস্যায় cm কে m এ রূপান্তর করতে হবে না। কারণ, সবই CGS এ আছে।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 3 atm চাপে 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের অণুর ব্যাসার্ধ 1 হলে ম্যাক্সওয়েলের গড় মুক্তপথ কত?

[1 atm = 1.013×10^5 Pa] **[BUET'23-2**

Sol^n: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2 n}$

$= \frac{RT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 PN_A}$

$= \frac{8.314\times300}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2\times3\times1.013\times10^5\times6.023\times10^{23}}$

$= 7.667\times10^{-8}$m (Ans.)

$n = \frac{N}{V} = \frac{n_m\times N_A}{V}$

$= \frac{PV\times N_A}{RTV}$

$= \frac{PN_A}{RT}$

$\sigma = 2$Å

$= 2\times10^{-10}$ m

T-06: আপেক্ষিক আর্দ্রতা

কনসেপ্ট রিভিউ

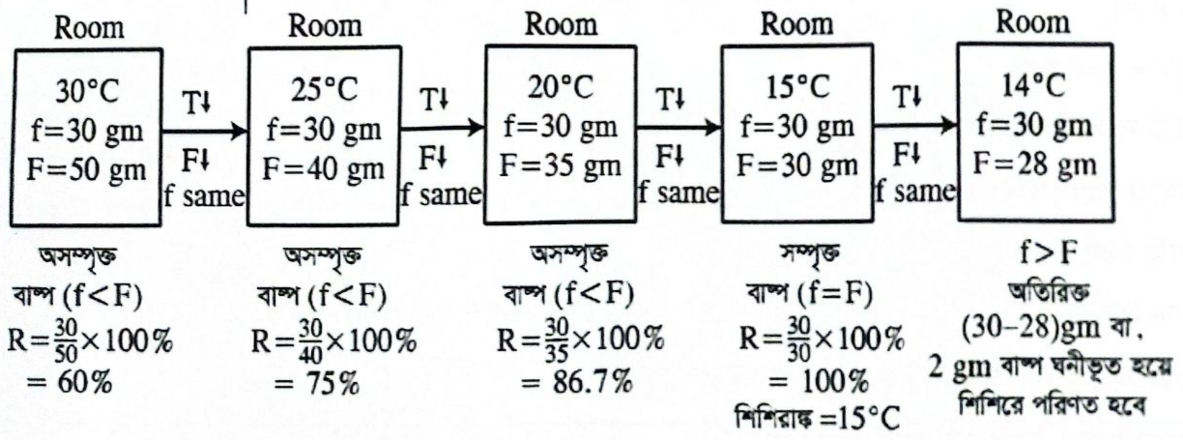
◆ $R = \frac{f}{F}\times100\%$

এখানে, R =আপেক্ষিক আর্দ্রতা

f = নির্দিষ্ট তাপমাত্রা/বাতাসের তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয়বাষ্প (একক: $-$cm/mm Hg/gm^{-3})

অর্থাৎ, f = শিশিরাঙ্কের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প (একক: $-$cm/mm Hg/gm^{-3})

F = নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প (একক: $-$cm/mm Hg/gm^{-3})


Room
30°C
f=30 gm
F=50 gm
T↓
F↓
f same
Room
25°C
f=30 gm
F=40 gm
T↓
F↓
f same
Room
20°C
f=30 gm
F=35 gm
T↓
F↓
f same
Room
15°C
f=30 gm
F=30 gm
T↓
F↓
f same
Room
14°C
f=30 gm
F=28 gm
অসম্পৃক্ত বাষ্প (f<F)
R=30/50×100%
= 60%
অসম্পৃক্ত বাষ্প (f<F)
R=30/40×100%
= 75%
অসম্পৃক্ত বাষ্প (f<F)
R=30/35×100%
= 86.7%
সম্পৃক্ত বাষ্প (f=F)
R=30/30×100%
= 100%
শিশিরাঙ্ক =15°C
f>F
অতিরিক্ত
(30–28)gm বা,
2 gm বাষ্প ঘনীভূত হয়ে
শিশিরে পরিণত হবে

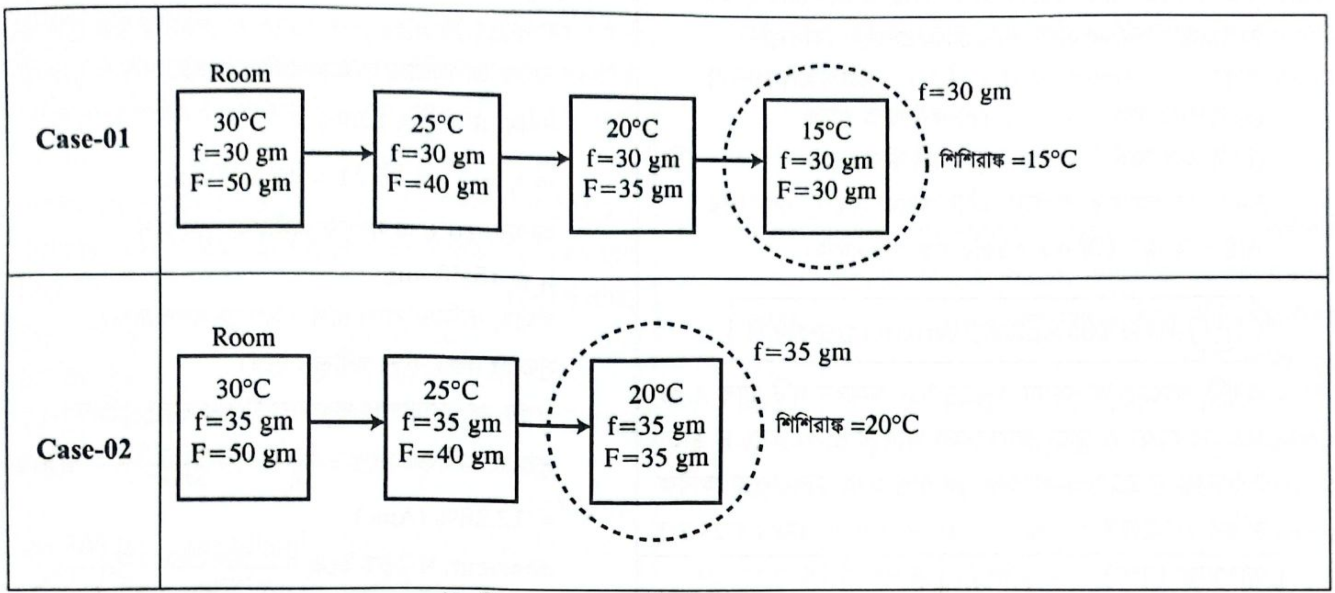
[**MCQ Shortcut:** θ_1°C হতে θ_2°C এ আসলে ঘনীভূত জলীয় বাষ্পের শতকরা পরিমাণ: $\frac{R\times f_{\theta_1} - f_{\theta_2}}{R\times f_{\theta_1}}\times100\%;\ \theta_1 > \theta_2$]

◆ তাপমাত্রা (T) পরিবর্তিত হলেও উপস্থিত জলীয়বাষ্প (f) অপরিবর্তিত থাকে।

◆ তাপমাত্রা (T↓) কমলে সর্বোচ্চ জলীয়বাষ্প ধারণক্ষমতা/সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ (F↓) কমে যায়।

◆ শিশিরাঙ্কের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প = রুমে উপস্থিত জলীয়বাষ্প = f

- **শিশিরাঙ্কের নির্ভরশীলতা:**


Case-01
Room
30°C
f=30 gm
F=50 gm
25°C
f=30 gm
F=40 gm
20°C
f=30 gm
F=35 gm
15°C
f=30 gm
F=30 gm
f=30 gm
শিশিরাঙ্ক =15°C
Case-02
Room
30°C
f=35 gm
F=50 gm
25°C
f=35 gm
F=40 gm
20°C
f=35 gm
F=35 gm
f=35 gm
শিশিরাঙ্ক =20°C

Case-01 অপেক্ষা Case 02 তে Room এ উপস্থিত বাষ্প (f) বেশি হওয়াতে Room এর তাপমাত্রা (30°C → 20°C) 20°C হলেই তা বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে যায়। অর্থাৎ, শিশিরাঙ্ক 20°C। অথচ, Case-01 এ Room এর তাপমাত্রা (30°C → 15°C) 15°C হওয়ার পরই তা সম্পৃক্ত হয়েছিল। অর্থাৎ, শিশিরাঙ্ক 15°C। সুতরাং, শিশিরাঙ্ক নির্ভর করে Room এ উপস্থিত বাষ্পের (f) পরিমাপের ওপর; এটি তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল নয়।

- **শিশিরাঙ্ক নির্ণয়:**

$$\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

এখানে, θ = শিশিরাঙ্ক

G = শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবক

θ_1 = শুষ্ক বাল্ব এর পাঠ বায়ুর তাপমাত্রা

θ_2 = আর্দ্র বাল্ব এর পাঠ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোনো একদিনে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75%, শিশিরাঙ্ক 0°C। শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 13.64 mm Hg হলে, ঐদিনে ঐ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? **[BUET'23-24; KUET'14-15]**

(a) 16.53 mm　(b) 18.19 mm
(c) 17.62 mm　(d) 17.33 mm　ⓑ

Solⁿ: $R = \frac{f}{F} \times 100\% = 75\%$

$\Rightarrow F = \frac{13.64}{0.75}$ mm Hg = 18.19 mm Hg

02. একটি এয়ার কন্ডিশনার 40°C তাপমাত্রা এবং 75% আপেক্ষিক আর্দ্রতা বিশিষ্ট বাহিরের বায়ু ভেতরে টেনে 20°C তাপমাত্রা এবং 54% আপেক্ষিক আর্দ্রতার বাতাসে পরিণত করে। এক্ষেত্রে প্রতি ঘন মিটারে কতটা জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হবে? (40°C ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব যথাক্রমে 45 gm m^{-3} এবং 17 gm m^{-3}) **[CKRUET'23-24]**

(a) 23.57 gm　(b) 25.57 gm
(c) 34.57 gm　(d) 24.57 gm
(e) 22.57 gm　ⓓ

Solⁿ: $f_1 = (45 \times 0.75) = 33.75$ gm m^{-3}

$f_2 = (17 \times 0.54) = 9.18$ gm m^{-3}

$\therefore \Delta f = f_1 - f_2 = 24.57$ gm m^{-3}

03. 30°C তাপমাত্রায় 150m^3 আয়তনের কক্ষে একটি পানির পাত্র রাখা আছে। কতটুকু পানি বাষ্প হওয়ার পর অবশিষ্ট পানি ও বাষ্প সাম্যাবস্থায় থাকবে? [30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 31.83 mm Hg চাপ] **[CKRUET'20-21]**

(a) 1.13 kg　(b) 3.03 kg　(c) 4.32 kg
(d) 4.55 kg　(e) 4.55 gm　ⓓ

Solⁿ: পানি ও বাষ্পের সাম্যাবস্থায়, বাষ্পের আয়তন,

V = 150m^3; বাষ্পের চাপ, P = 31.83 mm Hg

$= 31.83 \times 10^{-3} \times 13600 \times 9.8 = 4242.3$ Pa

তাপমাত্রা, T = 30°C = 303K

∴ বাষ্পের মোল সংখ্যা, $n = \frac{PV}{RT} = \frac{4242.3 \times 150}{8.314 \times 303}$

= 252.6 mole = পানির মোল সংখ্যা

∴ বাষ্পীভূত পানির ভর,

$W = nM = (252.6 \times 18)g = 4546.8g \approx 4.55kg$

04. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রে থার্মোমিটার দুটির তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে কোনটি বোঝায়? **[BUTEX'16-17]**

(a) বাতাস শুষ্ক (b) ঝড় হতে পারে

(c) বাতাস আর্দ্র (d) বৃষ্টি হতে পারে ⓑ

Sol^n: তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে, বাতাসের আর্দ্রতা বাড়ে। তাই ঝড় হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি শহরের তাপমাত্রা 18.25 °C। শহরের দুটি স্থান A ও B। এর মধ্যে A স্থানে আপেক্ষিক আদ্রর্তা 65% এবং B স্থানে শিশিরাঙ্ক 7.25 °C। শহরের কোন স্থানের আবহাওয়া অধিক স্বস্তিদায়ক হবে? **[BUET'25-26]**

তাপমাত্রা (0°C)	7	8	18	19
সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ (mmHg)	7.51	8.04	15.49	16.49

Sol^n: B স্থানে, শিশিরাঙ্কের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$f = 7.51 + \frac{8.04-7.51}{8-7} \times 0.25 = 7.6425$ mmHg

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$F = 15.49 + \frac{16.49-15.49}{19-18} \times 0.25 = 15.74$ mmHg

∴ B স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.6425}{15.74} \times 100\% = 48.56\%$

যেহেতু B-স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম, তাই B-স্থানের আবহাওয়া অধিক স্বস্তিদায়ক।

02. কোন স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 26°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। যদি সে স্থানের তাপমাত্রা কমে 18°C হয়, তবে বায়ুস্থিত জলীয় বাষ্পের কত শতাংশ ঘনীভূত হয়ে তরল পানি হবে? [26°C এবং 18°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 25.21 mm এবং 15.48 mm পারদ স্তম্ভের সমান] **[BUET'17-18]**

Sol^n: দেওয়া আছে, 26°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$F = 25.21$ mm

26°C তাপমাত্রায় বর্তমান জলীয়বাষ্পের চাপ $= f_i$

এখন, $R = \frac{f_i}{F} \times 100\%$

$\Rightarrow f_i = \frac{70}{100} \times 25.21 = 17.647$ mm

আবার, 18°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ,

$f_f = 15.48$ mm

অর্থাৎ, বর্তমান বাষ্প চাপ > সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ।

সুতরাং, কিছু বাষ্প ঘনীভূত হবে।

এখন, জলীয়বাষ্পের ভর বাষ্পচাপের সমানুপাতিক।

সুতরাং, ঘনীভূত হবে $= \frac{f_i-f_f}{f_i} = \frac{17.647-15.48}{17.647} \times 100\%$

$= 12.28\%$ **(Ans.)**

Shortcut: ঘনীভূত হবে, $\frac{0.7\times M_{26}-M_{18}}{0.7\times M_{26}}$

$= \frac{0.7\times 25.21-15.48}{0.7\times 25.21} \times 100\% = 12.28\%$ **(Ans.)**

03. নির্দিষ্ট কোন দিনে শিশিরাঙ্ক 8.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 18.4°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 8°C, 9°C, 18°C ও 19°C তাপমাত্রায় সর্বাধিক বাষ্পচাপ যথাক্রমে 8.04×10^{-3}m, 8.61×10^{-3}m, 15.46×10^{-3}m ও 16.46×10^{-3}m পারদ। **[BUTEX'03-04]**

Sol^n: আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

(9 – 8)°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাষ্পচাপের পরিবর্তন

$= (8.61 - 8.04) \times 10^{-3}\text{m} = 0.57 \times 10^{-3}\text{m}$.

∴ শিশিরাঙ্ক বা 8.5°C এ বাষ্পচাপ,

$f = (8.04 + 0.57 \times 0.5) \times 10^{-3}\text{m} = 8.325 \times 10^{-3}\text{m}$.

18.4°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

$F = \{15.46 + (16.46 - 15.46) \times 0.4\} \times 10^{-3}\text{m}$

$= 15.86 \times 10^{-3}\text{m}$

$\therefore R = \frac{8.325\times 10^{-3}}{15.86\times 10^{-3}} \times 100\% = 52.49\%$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 10 লিটার আয়তনের বদ্ধ পাত্রে 300 K তাপমাত্রায় 16 g অক্সিজেন যে চাপ প্রদর্শন করে, একই পাত্রে একই তাপমাত্রায় কত গ্রাম নাইট্রোজেন রাখলে একই চাপ প্রদর্শন করবে? [প্রামাণিক স্যার]

(a) 14 (b) 16 (c) 18 (d) 32

02. একটি পাত্রে 27°C তাপমাত্রায় 1.0 atm চাপে কিছু CO_2 গ্যা আছে। গ্যাসটির ঘনত্ব কত gL^{-1}? [প্রামাণিক স্যা

(a) 0.287 (b) 19.85

(c) 0.8 (d) 1.7886

03. কক্ষ তাপমাত্রায় কোন দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের rms দ্রুতি পাও গেল 1920 m/s; গ্যাসটি হবে- [তফাজ্জল স্যা

(a) H_2 (b) F_2 (c) O_2 (d) CO_2

04. একটি সিলিন্ডারে রাখা একটি আদর্শ গ্যাসের অণুগুলোর বর্গমূল গড় বর্গবেগ u। গ্যাসে তাপ প্রয়োগের ফলে চাপ 9 গুণ হলো। সিলিন্ডারের আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে গ্যাসের অণুগুলোর পরিবর্তিত বর্গমূল গড় বর্গবেগ কত? [সেলু স্যার]

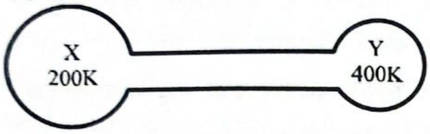
(a) 9u (b) 6u (c) $\sqrt{3}\frac{u}{2}$ (d) 3u

05. একটি বড় পাত্রের আয়তন 480 m^3 এবং তাপমাত্রা 293 K। তাপমাত্রা 298 K উন্নত হলে বায়ুর শতকরা কত অংশ বের হয়ে যাবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) 1.71% (b) 48.7%
(c) 20.7% (d) কোনোটিই নয়

06. 27°C তাপমাত্রায় 300 mL পরিমাণ একটি গ্যাসকে একই চাপে রেখে 7°C তাপমাত্রায় নিয়ে আসা হলে এর আয়তন হবে- [তপন স্যার]

(a) 280 mL (b) 540 mL (c) 350 mL (d) 135 mL



07. চিত্রে বাল্ব X এর আয়তন বাল্ব Y এর দ্বিগুণ। ব্যবস্থাটিকে একটি আদর্শ গ্যাস দিয়ে এমনভাবে পূর্ণ করা হল যেন উভয় বাল্বে চাপ সমান থাকে। X বাল্বে x মোল গ্যাস রয়েছে। Y বাল্বে মোল সংখ্যা কত? [প্রামাণিক স্যার]

(a) $\frac{x}{4}$ (b) $\frac{x}{2}$ (c) x (d) 2x

08. একটি বুদবুদ হ্রদের তলদেশ থেকে উপরিপৃষ্ঠে উঠে আসায় এর আয়তন আটগুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ H মিটার উচ্চতার পানি স্তম্ভের সমান হলে হ্রদের গভীরতা হবে- [ইস্হাক স্যার]

(a) H (b) 3H (c) 5H (d) 7H

09. দুটি অণুর বেগ যথাক্রমে 2 ms^{-1} এবং 4 ms^{-1} হলে অণুদ্বয়ের গড় বর্গবেগ কত? [তপন স্যার]

(a) $\sqrt{3}\ m^2s^{-2}$ (b) $2\ m^2s^{-2}$
(c) $\sqrt{10}\ m^2s^{-2}$ (d) $10\ m^2s^{-2}$

10. এক মোল হাইড্রোজেন এবং এক মোল অক্সিজেনের ভর যথাক্রমে 2 g এবং 32 g হলে কোন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তাদের rms বেগের অনুপাত হবে- [তফাজ্জল স্যার]

(a) 8 (b) 6 (c) 5 (d) 4

11. $\boxed{\begin{array}{c}\text{A}\\ 40\ g\ O_2\\ 27°C\end{array}}$ $R = 8.31\ JK^{-1}mole^{-1}$; O_2 এর আণবিক ভর $= 32$ g/mole A পাত্রের গ্যাসের মোট গতিশক্তি- [ইস্হাক স্যার]

(a) 33.65×10^2 J (b) 77.90×10^2 J
(c) 37.39×10^2 J (d) 46.74×10^2 J

12. 12 স্বাধীনতা মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে- [ইস্হাক স্যার]

(a) 6 KT (b) $\frac{1}{2}$KT (c) $\frac{3}{2}$KT (d) 12 KT

13. প্রতি ঘনসেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর, যদি কোনো একটি গ্যাসের অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ 2.4×10^{-6} cm এবং আণবিক ব্যাস 2×10^{-8}cm এর সমান। [ইস্হাক স্যার]

(a) 2.344×10^{20}/cc (b) 2.4×10^{22}/cm
(c) 2.34×10^{26}/cc (d) 3.044×10^{21}/cc
(e) 2.34×10^{26}/cc

14. কোনো একদিনে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা 20°C এবং শিশিরাঙ্ক 15°C। 20°C ও 15°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 4×10^{-3}m ও 2×10^{-3} m পারদ হলে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? [সেলু স্যার]

(a) 20% (b) 40% (c) 50% (d) 60%

15. 1.4×10^{-5} m^3 আয়তনের বুদবুদ 34 m গভীর হ্রদের তলদেশ থেকে উপরে ওঠে। হ্রদের তলদেশের তাপমাত্রা 280 K. উপরের তলের তাপমাত্রা 300 K ও চাপ 750 mmHg। বুদবুদের আয়তন হ্রদের উপরে কত?

(a) 1.5×10^{-5} m^3 (b) 4.5×10^{-5} m^3
(c) 5×10^{-5} m^3 (d) 6.5×10^{-5} m^3

MCQ উত্তরমালা

01. a	02. d	03. a	04. d	05. d
06. a	07. a	08. d	09. d	10. d
11. b	12. a	13. a	14. c	15. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি ঘরের আয়তন 12 m × 9m × 8m। সকালে ঘরটির তাপমাত্রা 20°C ছিল। দুপুরে তাপমাত্রা বেড়ে 32°C হলে, ঘর থেকে প্রাথমিক আয়তনের কত শতাংশ বায়ু বেরিয়ে যাবে? ধরে নাও, চাপ অপরিবর্তিত থাকবে। [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 4.1%]**

02. একটি টায়ারে 30°C তাপমাত্রায় বায়ু ভর্তি করে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে 50°C করলে টায়ারের ভিতরের চাপ শতকরা কত বৃদ্ধি পাবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 6.6%]**

03. ফেনী শহরে এক ব্যক্তি তার গাড়ির টায়ারের চাপ মেপে দেখল 1.8×10^5 Pa। ওই শহরে তখন তাপমাত্রা 30°C এবং বায়ুর চাপ 1×10^5 Pa। এরপর ওই ব্যক্তি বান্দরবন শহরে গেল। সেখানকার তাপমাত্রা দেখল 15°C এবং বায়ুর চাপ 6×10^4 Pa। ওই সময় ওই ব্যক্তির গাড়ির টায়ারের চাপ মেপে কত পাওয়া যাবে? ধরে নাও উভয়ক্ষেত্রে টায়ারের আয়তন একই। [ইস্হাক স্যার] **[Ans. 2.06×10^5Pa]**

04. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে কোনো আদর্শ গ্যাসের অণুর rms বেগ 0.6 kms^{-1}। ওই গ্যাসের ঘনত্ব নির্ণয় কর। বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 1 atm অপরিবর্তিত অবস্থায়, 24°C তাপমাত্রায় ওই গ্যাসের ঘনত্ব কত হবে? [ইস্হাক স্যার]
[Ans. $\rho_1 = 0.8444\ kgm^{-3}$; $\rho_2 = 0.7761\ kgm^{-3}$]

05. যদি অক্সিজেন গ্যাসের STP-তে গড় মুক্ত পথ 9.5×10^{-8} m হয়, তবে একটি অণুর পরপর দুটি ধাক্কা খাওয়ার মধ্যে সময়ের অবকাশ কত হবে? [অক্সিজেনের আণবিক ভর, $M = 32 \text{ kg mol}^{-1}$, $R = 8.314 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$]
[ইস্হাক স্যার] [Ans. 2.06×10^{-10}s]

06. একটি ঘরের তাপমাত্রা 25°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। ওই সময়ে বাহিরের তাপমাত্রা 10°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80%। যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেওয়া হয় তবে জলীয় বাষ্প কোনদিকে যাবে? (25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 23.52 mmHg এবং 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ 9.22 mmHg)। [ইস্হাক স্যার]
[Ans. জলীয় বাষ্প বাইরের দিকে যাবে]

07. একটি ঘরের পরিমাপ 20 m × 10 m × 4 m। 20°C তাপমাত্রায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা 10% থেকে বাড়িয়ে 70% করতে কতটুকু পানি বাষ্পীভূত হওয়া প্রয়োজন? 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব $= 17.3 \times 10^{-6}$ gm/cc। [ইস্হাক স্যার] [Ans. 8.304 kg]

08. একটি এয়ার কন্ডিশনার (Air Conditioner) 40°C তাপমাত্রা এবং 80% আপেক্ষিক আর্দ্রতাবিশিষ্ট বাইরের বায়ু ভেতরে টেনে 20°C তাপমাত্রা এবং 50% আপেক্ষিক আর্দ্রতার বাতাসে পরিণত করে। এক্ষেত্রে প্রতি ঘনমিটারে কতটা জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হবে নির্ণয় কর। 40°C ও 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব যথাক্রমে 45 g m^{-3} এবং 17 gm^{-3}।
[ইস্হাক স্যার] [Ans. 27.5 g]

09. কোনো একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। যদি ওই স্থানের তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে 12°C হয় তবে বায়ুস্থিত জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? [12°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 10.5×10^{-3}m এবং 19.8×10^{-3}m]
[ইস্হাক স্যার] [Ans. 0.116 অংশ]

10. প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে একটি বেলুন 175 kg ভার বহন করতে পারে। সাম্যবস্থান থেকে উঁচু কোনো স্থানে যেখানে ব্যারোমেট্রিক চাপ 50 cm পারদ চাপের সমান এবং তাপমাত্রা −10°C, সেখানে বেলুনটি কত ভার বহন করতে পারবে? [আয়তন ধ্রুবক ধরে]
[প্রামাণিক স্যার] [Ans. 119.51 kg]

11. স্থির চাপে $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ আয়তনের কোনো গ্যাসকে 0°C হতে 68.25°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করার ফলে এর আয়তন $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ বৃদ্ধি পেলে পরম শূন্য তাপমাত্রার মান কত?
[সেলু স্যার] [Ans. −273°C]

12. কোনো একস্থানে হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা 24°C এবং শিশিরাঙ্ক 11.5°C। 24°C, 12°C এবং 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38×10^{-3} m, 10.52×10^{-3} m এবং 9.9×10^{-3} m পারদ চাপ। 24°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.72।

(i) উক্ত স্থানে সিক্ত বাল্বের পাঠ কত? নির্ণয় কর।
[Ans. 16.733°C]

(ii) উল্লিখিত স্থানে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহাওয়া সম্পর্কে মন্তব্য কর।
[Ans. আপেক্ষিক আর্দ্রতা 45.62%; আবহাওয়া মোটামুটি শুষ্ক।]

13. 1kg দ্বি-পারমাণবিক গ্যাস $8 \times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$ চাপে রয়েছে। গ্যাসের ঘনত্ব 4 kgm^{-3}। গ্যাসের আণবিক গতিশক্তি কত?
[Ans. 5×10^4J]

14. একটি আবদ্ধ পাত্রে 27°C তাপমাত্রার কিছু বায়ু ও জলীয় বাষ্পের মিশ্রণ আছে। মিশ্রণের মোট চাপ $1.07 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$। ঐ তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের দ্বারা বায়ু সদা সম্পৃক্ত। 40°C তাপমাত্রায় ঐ পাত্রের শুষ্ক বায়ুর চাপ কত?
[27°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ $3.7 \times 10^3 \text{Nm}^{-2}$] [Ans: 1.078×10^5Pa]

15. 500 cc এবং 100 cc আয়তনের দুটি কাচনল উপেক্ষনীয় আয়তনের নল দ্বারা সংযুক্ত আছে। ব্যবস্থাটি যখন বায়ুরোধ করা হলো তখন অভ্যন্তরীণ তাপমাত্রা 20°C এবং চাপ 70 cm Hg. যদি 100 cc নলকে 20°C তাপমাত্রায় এবং 500 cc নলকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয় তবে ব্যবস্থাটির অভ্যন্তরীণ চাপ কত? [প্রামাণিক স্যার, Advanced]
[কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans. 85.23 cm Hg]

16. একটি "খালি" অ্যালুমিনিয়াম স্কুবা ট্যাঙ্কে 21°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে 11.0 L বাতাস আছে। যখন একটি কম্প্রেসার দিয়ে ট্যাঙ্কটি দ্রুত পূর্ণ করা হয়, তখন বাতাসের তাপমাত্রা হয় 42°C এবং গেজ চাপ হয় 2.10×10^7 Pa। কত ভরের বাতাস যোগ করা হয়েছে? (বাতাসের গড় মোলার ভর 28.8 gmol^{-1})।
[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02][Ans: 2.54 kg]

17. একটি গ্রহের তাপমাত্রা 527°C এবং ঘনত্ব $5.5 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$। যদি ওই গ্রহ তার বায়ুমণ্ডলে অক্সিজেন গ্যাস ধরে রাখতে সক্ষম হয় তা হলে এর ন্যূনতম ব্যাসার্ধ কত হবে? [দেওয়া আছে, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$, গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$]
[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. 450 km]

18. দৃঢ় দেয়াল বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারে হিলিয়াম গ্যাস আছে। গ্যাসের চাপ 2.00 atm হলে হিলিয়াম পরমাণুর গড় বর্গমূল দ্রুতি 176 ms^{-1}হয়। হিলিয়াম পরমাণুর v_{rms} 100 ms^{-1} বৃদ্ধি করতে চাপ কতটুকু (atm এককে) বাড়াতে হবে?
[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03][Ans: 2.917 atm]

19. সম আয়তনের দুটি পাত্রে যথাক্রমে 48 gm ও 8 gm O_2 ও He গ্যাস রাখা আছে। পাত্রদ্বয়ের তাপমাত্রা যথাক্রমে 60° ও 20°C। একটি উপেক্ষনীয় আয়তনের নল যারা পাত্রদ্বয়কে সংযুক্ত করলে সাম্যাবস্থায় সমগ্র ব্যবস্থাটির তাপমাত্রা বের করো।

[প্রামাণিক স্যার, Advanced]
[কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans. 42.22°C]

20. ঘূর্ণনের জন্য একটি অক্সিজেন অণুর জড়তার ভ্রামক নির্ণ করো। অণুটিকে 1.21×10^{-10} m দূরত্বে অবস্থিত দুটি ভা বিন্দুর (অক্সিজেন পরমাণু) সমষ্টি হিসেবে বিবেচনা করে অক্সিজেন পরমাণুর মোলার ভর 16.0 $gmol^{-1}$। অক্সিজে অণুর ঘূর্ণনজনিত গড় বর্গমূল (rms) কৌণিক বেগ নির্ণয় করো

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04][Ans: $6.52 \times 10^{12} rads^{-1}$

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (a);** নাইট্রোজেনের জন্য, $V_2 = V_1 = 10\,L$
$T_2 = T_1 = 300\,K; m_2 = ?; M_2 = 28$
অক্সিজেনের জন্য, $V_1 = 10\,L; T_1 = 300\,K$
$m_1 = 16\,g; M_1 = 32; \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} \Rightarrow n_1 = n_2$
$\Rightarrow \frac{16}{32} = \frac{m_2}{28} \therefore m_2 = 14g$

02. **Sol^n: (d);** $\rho = \frac{P.M}{RT} = \frac{1\times44}{0.0821\times300} \therefore \rho = 1.786\,gL^{-1}$

03. **Sol^n: (a);** $M = \frac{3RT}{c_{rms}^2} = \frac{3\times8.134\times298}{(1920)^2}kg\,mol^{-1} = 2.016\,gmol^{-1}$

04. **Sol^n: (d);** আয়তন স্থির $\Rightarrow c_{rms} \propto \sqrt{P} \therefore \frac{c'_{rms}}{c_{rms}} = \sqrt{\frac{9P}{P}} = 3$

05. **Sol^n: (d);** চাপ স্থির থাকলে, $n_1T_1 = n_2T_2$
$\Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{\Delta n}{n_1} = \frac{T_2-T_1}{T_2} = \frac{5}{298} = 1.68\%$

06. **Sol^n: (a);** $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$
$\Rightarrow V_2 = \frac{T_2V_1}{T_1} = \frac{280\times300}{300}$
$= 280\,mL$

এখানে, $T_1 = 27°C$
$= (27 + 273)K = 300K$
$T_2 = 7°C = (7 + 273)K = 280\,K$

07. **Sol^n: (a);** যেহেতু, চাপ সমান।
$\therefore \frac{V_x}{n_xT_x} = \frac{V_y}{n_yT_y} \Rightarrow \frac{2V_y}{x\times200} = \frac{V_y}{n_y\times400} \therefore n_y = \frac{x\times200}{400\times2} = \frac{x}{4}$

08. **Sol^n: (d);** $h = \frac{(n-1)P_{atm}}{\rho g} = \frac{(8-1)\times H.\rho g}{\rho g} = 7H$

09. **Sol^n: (d);** $\bar{c} = \frac{2^2+4^2}{2} = 10\,m^2s^{-2}$

10. **Sol^n: (d);** $\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4$

11. **Sol^n: (b);** $E = \frac{f_{O_2}}{2}nRT = \frac{5}{2}\times\frac{40}{32}\times8.31\times300 = 7790.62J$

12. **Sol^n: (a);** $E = \frac{f}{2}KT = \frac{12}{2}\times KT = 6KT$

13. **Sol^n: (a);** $n = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\lambda} = 2.344\times10^{20}/cc$

14. **Sol^n: (c);** $R = \frac{f}{F} = \frac{2\times10^{-3}}{4\times10^{-3}} = \frac{1}{2} = 50\%$

15. **Sol^n: (d);** $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
$\Rightarrow V_2 = \frac{(P_2+h\rho g)V_1}{T_1}\times\frac{T_2}{P_2} = 6.5\times10^{-5}\,m^3$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$
$\Rightarrow \frac{V_2-V_1}{V_1} = \frac{T_2-T_1}{T_1}$
$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{305-293}{293}\times100\% = 4.1\%$ **(Ans.)**

$T_1 = 293\,K$
$T_2 = 305\,K$

02. **Sol^n:** $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$
$\Rightarrow \frac{P_2-P_1}{P_1} = \frac{T_2-T_1}{T_1}$
$\therefore \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{323-303}{303} = 6.6\%$ **(Ans.)**

$T_1 = 303\,K$
$T_2 = 323\,K$

03. **Sol^n:** টায়ারের অভ্যন্তরীণ চাপ ও বাহ্যিক বায়ুমণ্ডলের চাপের যোগফলকে মোট চাপ হিসেবে ধরা হবে।
$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2.8\times10^5}{303} = \frac{x+6\times10^4}{288}$
$\Rightarrow x = 2.06\times10^5 Pa$ **(Ans.)**

$P_1 = (1.8 + 1)\times10^5\,Pa$
$= 2.8\times10^5 Pa$
$P_2 = (x + 6\times10^4)Pa$
$T_1 = 303\,K$
$T_2 = 288\,K$

04. **Sol^n:** $c = \sqrt{\frac{3P}{\rho_1}} \Rightarrow \rho_1 = \frac{3P}{c^2} = \frac{3\times1101325}{(0.6\times10^3)^2}kgm^{-3} = 0.8444\,kgm^{-}$
আবার, $\rho \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{T_1}{T_2}$
$\Rightarrow \rho_2 = \left(\frac{273}{297}\times0.8444\right)$
$\Rightarrow \rho_2 = 0.7761\,kg\,m^{-3}$

$T_1 = 273\,K$
$T_2 = 297\,K$

05. **Sol^n:** $t = \frac{\lambda}{c_{rms}} = \frac{9.5\times10^{-8}}{\sqrt{\frac{3RT}{M}}} = \frac{9.5\times10^{-8}}{\sqrt{\frac{3\times8.314\times273}{32\times10^{-3}}}}$
$= 2.06\times10^{-10}s$ **(Ans.)**

06. **Sol^n:** 25°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্প চাপ $f_1 = (23.52\times0.6)\,mm\,Hg$
$= 14.11\,mm\,Hg$
10°C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্প চাপ $f_2 = (9.22\times0.8)\,mmHg$
$= 7.38\,mmHg$
যেহেতু, $f_1 > f_2$; সেহেতু জলীয়বাষ্প বাইরের দিকে যাবে।

07. **Sol^n:** আপেক্ষিক আর্দ্রতা 10% থাকা অবস্থায় জলীয়বাষ্প ঘনত্ব,
$\rho_1 = 0.1\times17.3\times10^{-6}\,gm/cc = 1.73\times10^{-6}\,gm/cc$
আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% হলে জলীয়বাষ্প ঘনত্ব,
$\rho_2 = 0.7\times17.3\times10^{-6}\,gm/cc = 1.211\times10^{-5}\,gm/cc$
$\therefore$ জলীয়বাষ্প ঘনত্বের বৃদ্ধি, $\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1$
$= (1.211\times10^{-5} - 1.73\times10^{-6})\,gm/cc$
$= 1.038\times10^{-5}\,gm/cc$
ঘরের আয়তন, $V = (20\times10\times4\times10^6)cc = 8\times10^8cc$
$\therefore$ বাষ্পীভূত পানির ভর, $m = V\Delta\rho$
$= (1.038\times10^{-5}\times8\times10^8)gm$
$= 8304\,gm = 8.304\,kg$ **(Ans.)**

08. **Sol^n:** 40°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব,
$\rho_1 = 45\times0.8\,g\,m^{-3} = 36\,g\,m^{-3}$
20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব,
$\rho_2 = 17\times0.5\,g\,m^{-3} = 8.5\,g\,m^{-3}$
$\therefore$ ঘনত্বের পরিবর্তন, $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2 = (36 - 8.5)\,g\,m^{-3}$
$= 27.5\,g\,m^{-3}$
$\therefore$ প্রতি ঘনমিটারে ঘনীভূত হওয়া বাষ্পের ভর,
$m = V\Delta\rho = (27.5\times1)g = 27.5\,g$ **(Ans.)**

09. **Sol^n:** 20°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ

$= 19.8 \times 10^{-3} \times 0.6 \text{ m Hg} = 11.88 \times 10^{-3} \text{ m Hg}$

12°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $= 10.5 \times 10^{-3}$ m Hg

∴ বায়ুস্থিত জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হবে $= \frac{(11.88-10.5)\times10^{-3}}{11.88\times10^{-3}}$ অংশ

$= 0.116$ অংশ **(Ans.)**

10. **Sol^n:** আমরা জানি,

$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT$

আয়তন অপরিবর্তিত হলে, $\frac{Tm}{P} =$ ধ্রুবক

$\therefore \frac{T_1m_1}{P_1} = \frac{T_2m_2}{P_2} \Rightarrow \frac{273\times175}{76} = \frac{263\times m_2}{50}$

$\Rightarrow m_2 = 119.51$ kg **(Ans.)**

$T_1 = 273$ K
$T_2 = 263$ K
$m_1 = 175$ kg
$P_1 = 76$ cmHg
$P_2 = 50$ cmHg

11. **Sol^n:** $V_\theta = V_0(1+\gamma\theta)$

পরম শূন্য তাপমাত্রায়, $V_\theta = 0$

$\therefore 0 = V_0(1+\gamma\theta) \Rightarrow \theta = -\frac{1}{\gamma} \dots\dots\dots \text{(i)}$

আবার, $\gamma = \frac{\Delta V}{V_0\Delta\theta} = \frac{10^{-3}}{4\times10^{-3}\times68.25} = \frac{1}{273}\,°C^{-1}$

$\therefore \theta = -\frac{1}{\gamma} = -273°C$ **(Ans.)**

12. **Sol^n: (i)** এখানে, $\theta = 11.5°C$

শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 24°C$

$G =$ গ্লেইসার উৎপাদক $= 1.72$ এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ $= \theta_2$

এখন, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$\Rightarrow 11.5°C = 24°C - 1.72(24°C - \theta_2) \Rightarrow \theta_2 = 16.733°C$

∴ সিক্ত বাল্বের পাঠ 16.733°C **(Ans.)**

(ii) 11°C ও 12°C এর মধ্যে 1°C পার্থক্যে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের পার্থক্য

$= (10.52\times10^{-3} - 9.9\times10^{-3})\text{m Hg} = 6.2\times10^{-4}$ m Hg

∴ 11.5°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, f

$= (9.9\times10^{-3} + 6.2\times10^{-4}\times0.5)\text{m Hg}$

$= 10.21\times10^{-3}$ m Hg

24°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $F = 22.38\times10^{-3}$ m Hg

∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F}\times100\% = \frac{10.21\times10^{-3}\text{ m}}{22.38\times10^{-3}\text{ m}}\times100\%$

$= 45.62\%$

∴ আবহাওয়া মোটামুটি শুষ্ক। **(Ans.)**

13. **Sol^n:** আমরা জানি, গতিশক্তি,

$KE = \frac{5}{2}nRT = \frac{5}{2}\cdot\frac{m}{M}RT = \frac{5}{2}\times\frac{m}{M}\times\frac{PM}{\rho}[PM = \rho RT]$

$= \frac{5}{2}\cdot\frac{Pm}{\rho} = \frac{5}{2}\times\frac{1\times8\times10^4}{4} = 5\times10^4 J$ **(Ans.)**

বিকল্প: $E_k = \frac{5}{2}PV\ [PV = NRT]$

$= \frac{5}{2}\times P\times\frac{m}{\rho} = 5\times10^4 J$

14. **Sol^n:** $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$\Rightarrow P_2 = P_1\times\frac{T_2}{T_1}$

$= 1.078\times10^5$ Pa **(Ans.)**

$P_1 = (1.07\times10^5 - 3.7\times10^3)$Pa
$T_1 = 300$K
$T_2 = 313$K
$P_2 = ?$

15. **Sol^n:** প্রাথমিক অবস্থায় ব্যবস্থাটিতে অণুর পরিমাণ

$n = \frac{P(V_1+V_2)}{RT}$

$= \frac{\frac{70}{76}\times101325\times(500+100)\times10^{-6}}{8.314\times(273+20)}$ mole

$= 0.02298$ mole

$V_1 = 500$ cc
$V_2 = 100$ cc
$T = 20°C$
$P = 70$ cm Hg
$T_1 = 100°C$
$T_2 = 20°C$

পরবর্তীতে ১ম নলে অণুর পরিমাণ n_1 এবং ২য় নলে অণুর পরিমাণ n_2 হলে, $n = n_1 + n_2 \Rightarrow n = \frac{PV_1}{RT_1} + \frac{PV_2}{RT_2}$

$\Rightarrow P = \frac{n}{\left(\frac{V_1}{RT_1}+\frac{V_2}{RT_2}\right)} = \frac{0.02298}{\left(\frac{500\times10^{-6}}{8.314\times(273+100)}+\frac{100\times10^{-6}}{8.314\times(273+20)}\right)}$ Pa

$= 113635.92$ Pa $= 1.1215$ atm $= 85.23$ cm Hg **(Ans.)**

বিকল্প: $P\left(\frac{V_1}{T_1}+\frac{V_2}{T_2}\right) = \frac{P_i\times V_{mix}}{T_i}$

$\Rightarrow P = \frac{70\times600}{293}\times\left(\frac{500}{T_1}\times\frac{100}{T_2}\right)^{-1} = 85.23$ cmHg

16. **Sol^n:** আয়তন $V = 11.0$ L $= 0.011$ m^3

মোলার ভর $M = 28.8\times10^{-3}$ kgmol^{-1}।

আদি অবস্থায়, চাপ $P_1 = 1$ atm $= 1.013\times10^5$ Pa

তাপমাত্রা, $T_1 = 21°C = 294$ K

চূড়ান্ত অবস্থায়, $P_{gauge} = 2.10\times10^7$ Pa

∴পরম চাপ $P_2 = P_{gauge} + P_{atm} = 2.11\times10^7$ Pa

তাপমাত্রা, $T_2 = 42°C = 315$ K

যোগ করা মোল সংখ্যা $\Delta n = n_2 - n_1 = \frac{V}{R}\left(\frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1}\right)$

$\Delta n = \frac{0.011}{8.314}\left(\frac{2.11\times10^7}{315} - \frac{1.013\times10^5}{294}\right) \approx 88.16$ mol

যোগ করা ভর $m = \Delta n\times M$

$= 88.16\times28.8\times10^{-3} \approx 2.54$ kg **(Ans)**

17. **Sol^n:** প্রশ্নানুসারে, $v_e = c_{rms} \Rightarrow \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{3RT}{M'}} \Rightarrow r = \frac{2GMM'}{3RT}$

$\Rightarrow r = \frac{2GM'}{3RT}\times\frac{4}{3}\pi r^3\times\rho$

$\Rightarrow r = \frac{2\times6.67\times10^{-11}\times32\times10^{-3}}{3\times8.314\times(273+527)}\times\frac{4}{3}\times\pi\times r^3\times5.5\times10^3$

$\therefore r = 4.5\times10^5$m $= 450$ km **(Ans.)**

18. **Sol^n:** আমরা জানি, $v_{rms} \propto \sqrt{T}$।

আবার স্থির আয়তনে $P \propto T$।

সুতরাং, $v_{rms} \propto \sqrt{P}$ বা $P \propto v_{rms}^2$।

আদি বেগ $v_1 = 176$ ms^{-1}, চাপ $P_1 = 2.00$ atm।

চূড়ান্ত বেগ $v_2 = 176 + 100 = 276$ ms^{-1}।

$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$

$P_2 = 2.00\times\left(\frac{276}{176}\right)^2 = 2.00\times(1.568)^2 = 4.917$ atm

চাপ বৃদ্ধি $\Delta P = P_2 - P_1 = 4.917 - 2.00 = 2.917$ atm

19. **Sol^n:** শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুযায়ী,

$\frac{5}{2}\times n_{O_2}\times R\times T_{O_2} + \frac{3}{2}\times_{H_e}\times R\times T_{H_e}$

$= \frac{5}{3}\times n_{O_2}\times R\times T + \frac{3}{2}\times n_{H_e}\times R\times T$

$\Rightarrow \frac{5}{2}\times\frac{48}{32}\times(60+273) + \frac{3}{2}\times\frac{8}{4}\times(20+273) = T\left(\frac{5}{2}\times\frac{48}{32}\times\right.$

$\Rightarrow T = 315.22$ k $= 42.22°C$

20. **Sol^n:** একটি অক্সিজেন পরমাণুর ভর

$m = \frac{16\times10^{-3}}{6.022\times10^{23}} = 2.657\times10^{-26}$ kg।

পরমাণুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব $d = 1.21\times10^{-10}$ m।

ঘূর্ণন অক্ষ ভরের কেন্দ্র দিয়ে যায়, তাই প্রতিটি পরমাণুর দূরত্ব $r = d/2$

জড়তার ভ্রামক $I = 2mr^2 = 2m(d/2)^2 = \frac{1}{2}md^2$।

$I = 0.5\times2.657\times10^{-26}\times(1.21\times10^{-10})^2$

$= 1.945\times10^{-46}$ kg · m^2

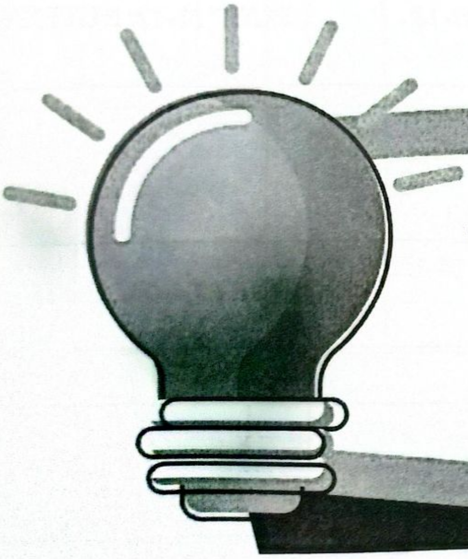
ধরি, তাপমাত্রা $T = 298$ K (সাধারণ কক্ষ তাপমাত্রা)।

দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের ঘূর্ণন গতিশক্তি $K_{rot} = k_BT$ ।

$\frac{1}{2}I\omega_{rms}^2 = k_BT$

$\omega_{rms} = \sqrt{\frac{2k_BT}{I}}$

$= \sqrt{\frac{2\times1.38\times10^{-23}\times298}{1.945\times10^{-46}}} \approx 6.52\times10^{12}$ rads^{-1}



পদার্থবিজ্ঞান
২য় পত্র

অধ্যায় ০১

তাপগতিবিদ্যা

টপিক অ্যানালাইসিস

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: বিভিন্ন তাপমাত্রিক স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক	08	03	BUET'11-12 KUET'10-11, 06-07 RUET'13-14, 12-13, 09-10 BUTEX'13-14	KUET'07-08 RUET'11-12; BUTEX'09-10
✪	T-02: তাপমাত্রিক ধর্ম ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ	03	-	KUET'13-14, 12-13; BUTEX'12-13	-
✪✪	T-03: ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার	03	02	BUET'04-05; RUET'14-15; CKRUET'21-22;	BUET'04-05 ; BUTEX'11-12
✪	T-04: অন্তঃস্থ শক্তি	01	01	BUTEX'12-13	BUTEX'23-24
✪✪	T-05: কৃতকাজ	05	-	BUET'24-25, 10-11; BUTEX'16-17; IUT'11-12 SUST'25-26	-
✪✪	T-06: তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র	04	02	BUET'23-24, 21-22; RUET'12-13; IUT'08-09	BUTEX'23-24; MIST'22-23
✪✪✪	T-07: শক্তির রূপান্তর	09	02	BUET'24-25; KUET'16-17, 10-11; CKRUET'20-21; BUTEX'12-13; IUT'23-24, 21-22, 16-17, 14-15	BUET'25-26; RUET'03-04
✪	T-08: মোলার আপেক্ষিক তাপ (C_P, C_V)	02	-	BUTEX'13-14, 11-12	-
✪✪✪	T-09: তাপগতীয় প্রক্রিয়া	25	20	BUET'24-25, 21-22, 10-11, 09-10; KUET'18-19, 16-17, 15-16, 14-15, 12-13, 11-12, 04-05; RUET'14-15, 10-11 07-08, 05-06; CKRUET'23-24; BUTEX'18-19, 15-16, IUT'20-21, 17-18;	BUET'18-19, 17-18, 16-17, 14-15, 13-14, 02-03; KUET'19-20, 04-05; RUET'25-26, 18-19, 12-13, 07-08, 05-06, 03-04; CUET'05-06; BUTEX'21-22, 20-21 18-19, 03-04; IUT'22-23

✪✪	**T-10:** তাপীয় ইঞ্জিন	05	-	BUTEX'17-18, 16-17, 13-14; IUT'19-20, 14-15	-
✪✪✪	**T-11:** কার্নো ইঞ্জিন ও কার্নো চক্র	31	22	BUET'23-24, 10-11, 09-10, 07-08, 06-07; KUET'18-19, 15-16, 11-12; RUET'24-25, 14-15, 13-14, 04-05; CUET'25-26; 15-16, 14-15, 13-14, 10-11, 08-09; CKRUET'22-23, 21-22; BUTEX'13-14, 10-11, 06-07; IUT'23-24, 22-23, 21-22, 18-19, 17-18, 16-17, 10-11, 08-09	BUET'25-26 ; 21-22, 19-20, 03-04, 02-03, 01-02; KUET'25-26; 03-04; RUET'12-13, 09-10, 08-09, 07-08; CUET'24-25, 11-12; BUTEX'25-26; 19-20, 18-19, 02-03 ; IUT'11-12; SUST'10-11; MIST'23-24, 22-23
✪	**T-12:** রেফ্রিজারেটর	02	02	BUET'21-22; BUTEX'16-17	BUET'23-24; BUTEX'01-02
✪✪✪	**T-13:** এনট্রপি	16	05	BUET'23-24, 13-14, 11-12, 10-11; KUET'24-25, 17-18, 16-17, 15-16; RUET'25-26; CUET'13-14, 08-09; CKRUET'23-24, 21-22, 20-21	BUET'20-21,17-18; BUTEX'22-23, 19-20; MIST'24-25
✪✪✪	**T-14:** ক্যালরিমিতির মূলনীতি	19	04	BUET'24-25, 12-13, 10-11; KUET'24-25, 13-14; RUET'14-15, 13-14; BUTEX'16-17, 15-16, 12-13; IUT'22-23, 20-21, 19-20, 18-19, 14-15, 11-12; SUST'25-26	BUET'20-21, 16-17; RUET'19-20; CUET'13-14

T-01: বিভিন্ন তাপমাত্রিক স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক

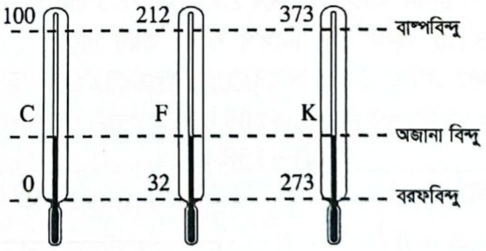
কনসেপ্ট রিভিউ

- **তাপমাত্রা পরিমাপের মূলনীতি:**

$$\frac{\text{অজানা বিন্দুর তাপমাত্রা} - \text{বরফ বিন্দুর তাপমাত্রা}}{\text{বাষ্প বিন্দুর তাপমাত্রা} - \text{বরফ বিন্দুর তাপমাত্রা}} = \text{ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow \frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273}{373-273}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$$ [তিন ধরনের স্কেলে তাপমাত্রার সম্পর্ক]



	°C	°F	K
বরফবিন্দু	0°C	32°F	273 K
বাষ্পবিন্দু	100°C	212°F	373 K
মৌলিক ব্যবধান	100°C	180°F	100 K

∴ 100°C তাপমাত্রার ব্যবধান ≡ 180°F তাপমাত্রার ব্যবধান ≡ 100K তাপমাত্রার ব্যবধান

⇒ 1°C তাপমাত্রার ব্যবধান ≡ $\frac{9^\circ}{5}$F তাপমাত্রার ব্যবধান ≡ 1K তাপমাত্রার ব্যবধান

$$\therefore \frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়? **[RUET'13-14, 12-13, KUET'10-11]**

(a) 774.25°F & 774.25K (b) 674.25°F & 674.25K
(c) 574.25°F & 574.25K (d) 474.25°F & 474.25K
(e) None ⓒ

Sol^n: $\frac{x-273}{5}=\frac{x-32}{9}\Rightarrow 9x-2457=5x-160$
$\therefore 4x=2297\Rightarrow x=574.25\text{ K}$

02. কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে?
[BUTEX'13-14, RUET'09-10; KUET'10-11, 06-07]

(a) -40° (b) 40° (c) 4° (d) -30°
(e) -20° ⓐ

Sol^n: $\frac{C}{5}=\frac{F-32}{9}\Rightarrow 9x-5x=-160$
$\Rightarrow 4x=-160\Rightarrow x=-40^o$

03. 501.85°C তাপমাত্রার সমতুল্য থার্মোডাইনামিক তাপমাত্রা কত? **[BUET'11-12]**

(a) 775.01K (b) 774.85K
(c) 775.00K (d) 228.85K ⓒ

Sol^n: $T=\theta+273.15=775\text{K}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট স্কেলের পাঠ সেলসিয়াস স্কেলে পাঠের দ্বিগুণ হবে?
[BUTEX'09-10, RUET'11-12, KUET'07-08

Sol^n: $\frac{C}{5}=\frac{F-32}{9}\Rightarrow\frac{x}{5}=\frac{2x-32}{9}$
$\Rightarrow 9x=10x-160$
$\Rightarrow x=160^o$ **Ans:** 160°C এবং 320°F

T-02: তাপমাত্রিক ধর্ম ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ

কনসেপ্ট রিভিউ

- তাপমাত্রিক ধর্ম $=\frac{X\text{ (অজানা তাপমাত্রায় তাপমাত্রিক ধর্ম)}-X_{ice}\text{(বরফবিন্দুতে তাপমাত্রিক ধর্ম)}}{X_{steam}\text{(বাষ্পবিন্দুতে তাপমাত্রিক ধর্ম)}-X_{ice}\text{(বরফবিন্দুতে তাপমাত্রিক ধর্ম)}}$
$=\frac{\text{অজানা তাপমাত্রা }(\theta)-\text{বরফ বিন্দুর তাপমাত্রা }(\theta_{ice})}{\text{বাষ্প বিন্দুর তাপমাত্রা }(\theta_{steam})-\text{ বরফবিন্দুর তাপমাত্রা }(\theta_{ice})}$
- এক স্থির বিন্দুর মাধ্যমে তাপমাত্রা পরিমাপ: $\frac{T\text{ (অজানা কেলভিন তাপমাত্রা)}}{273.16\text{ (ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা)}}=\frac{X\text{(অজানা তাপমাত্রায় তাপমাত্রিক ধর্ম)}}{X_{tr}\text{ (ত্রৈধবিন্দুতে তাপমাত্রিক ধর্ম)}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি স্থির আয়তনের হাইড্রোজেন থার্মোমিটার তরল বায়ু, বরফ ও বাষ্পে স্থাপন করলে যথাক্রমে 23.3 cm, 75.1 cm এবং 102.5 cm পারদ চাপ নির্দেশ করে। তরল বায়ুর তাপমাত্রা কত? **[KUET'13-14, 12-13]**

(a) 189°C (b) −189.05°C
(c) 190K (d) −188.4°C
(e) 187.8°C ⓑ

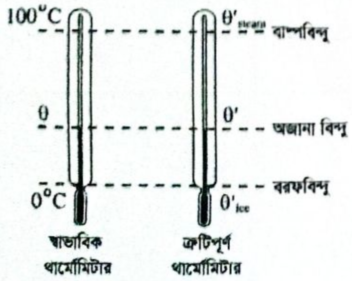
Sol^n: $\frac{\theta_a-0}{100-0}=\frac{P_\theta-P_{ice}}{P_{steam}-P_{ice}}$
$\therefore\theta_a=\frac{P_\theta-P_{ice}}{P_{steam}-P_{ice}}\times100^\circ C=\frac{23.3-75.1}{102.5-75.1}\times100^\circ C$
$=-189.05^\circ C$

02. সূর্যের তাপমাত্রা মাপা হয়- **[BUTEX'12-13]**

(a) প্লাটিনামরোধ থার্মোমিটার
(b) গ্যাস থার্মোমিটার
(c) পাইরোমিটার
(d) বাষ্পচাপ থার্মোমিটার ⓒ

T-03: ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

কনসেপ্ট রিভিউ



$$\frac{\theta-0}{100-0}=\frac{\theta'-\theta'_{ice}}{\theta'_{steam}-\theta'_{ice}}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. একজন রোগীর দেহের তাপমাত্রা একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের সাহায্যে মেপে 45°C পাওয়া গেল। যদি এই থার্মোমিটারের বরফ বিন্দু এবং বাষ্পবিন্দু যথাক্রমে 3°C এবং 107°C পাওয়া যায়, তাহলে রোগীর দেহে প্রকৃত তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে বের কর। **[CKRUET'21-22; RUET'14-15; BUET'04-05]**

(a) 114.69°F (b) 100.69°F
(c) 104.69°F (d) 102.59°F
(e) 102.69°F ⓒ

Sol^{n}: $\frac{F-32}{212-32} = \frac{45-3}{107-3} \Rightarrow F = 104.69°F$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে বরফবিন্দু 5°C এবং স্টিম বিন্দু 115°C তাপমাত্রা নির্দেশ করে। কোন বস্তুর প্রকৃত তাপমাত্রা 40°C হলে ঐ ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে কত তাপমাত্রা নির্দেশ করবে? **[BUTEX'11-12 ; BUET'04-05]**

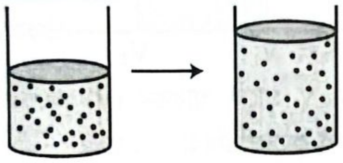
Sol^{n}: $\frac{\theta-5}{115-5} = \frac{40-0}{100-0}$

$\therefore \theta - 5 = \frac{40}{100} \times 110$

$\therefore \theta = 49°C$ ∴ 49°C তাপমাত্রা দেখাবে। **(Ans.)**

T-04: অন্তঃস্থ শক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ



$P_1\ V_1\ T_1\ n$ $P_2\ V_2\ T_2\ n$

তাপগতীয় অবস্থা-01 তাপগতীয় অবস্থা-02

◆ গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা f হলে,

প্রাথমিক অবস্থায় অন্তঃস্থ শক্তি, $U_1 = \frac{f}{2}nRT_1$

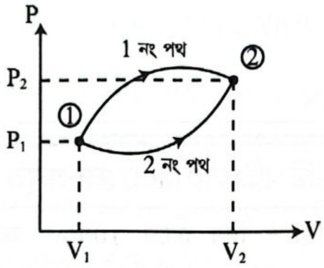
◆ গ্যাসের বর্তমান অন্তঃস্থ শক্তি, $U_2 = \frac{f}{2}nRT_2$

∴ অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = U_2 - U_1$

$= \frac{f}{2}nRT_2 - \frac{f}{2}nRT_1$

$= \frac{f}{2}nR\Delta T$

◆ লেখচিত্রের মাধ্যমে উপস্থাপন:



(1) নং এবং (2) নং দুইটি ভিন্ন পথে গ্যাসকে
(1) নং তাপগতীয় অবস্থা থেকে (2) নং তাপগতীয় অবস্থাতে নেয়া হল।

(1) নং পথে, $\Delta U = \frac{f}{2}nR(T_2 - T_1)$

(2) নং পথে, $\Delta U = \frac{f}{2}nR(T_2 - T_1)$

উভয়পথে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন একই। অর্থাৎ, ΔU পথের উপর নির্ভর করে না। কেবল আদি ও শেষ অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি চক্রাকার প্রক্রিয়ায়, গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি- **[BUTEX'12-13]**

(a) বৃদ্ধি (b) হ্রাস পায়
(c) ধ্রুব থাকে (d) শূন্য হয় ⓒ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ($10^5 Nm^{-2}$) একটি বার্নারের সাহায্যে 37°C তাপমাত্রার গরম বেলুনের 1 m^3 আয়তনের গ্যাসকে একই চাপে 1.2 m^3 আয়তনে উত্তীর্ণ করা হলো। এক্ষেত্রে– (i) আদিতে বেলুনে কত মোল বায়ু (কাছাকাছি পূর্ণ সংখ্যায়) ছিল? (ii) অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত? **[BUTEX'23-24]**

Sol^{n}:(i) $n = \frac{PV}{RT}$

$= \frac{10^5 \times 1}{8.314 \times 310}$

$= 38.79969$ mol

∴ n ≈ 39 [পূর্ণ সংখ্যায়] **(Ans.)**

$P = 10^5$ Pa; $V = 1\ m^3$
$R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$
$T = 37°C = 310\ K$

(ii) $\Delta U = \frac{f}{2}nR\,\Delta T$

$= \frac{f}{2}P\,\Delta V \mid f = 5$

$= \frac{5}{2} \times 10^5 \times (1.2 - 1)$

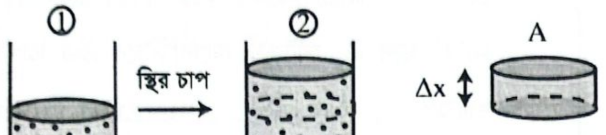
$= 2.5 \times 10^5 \times 0.2$

$= 5 \times 10^4$ J **(Ans.)**

T-05: কৃতকাজ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ সমচাপে/স্থিরচাপে কৃতকাজ:



$P\ V_1\ T_1\ n$ $\quad$ $P\ V_2\ T_2\ n$

$PV_1=nRT_1$ $\quad$ $PV_2=nRT_2$

$\Delta V=V_2-V_1$

$\Delta V=A\Delta x$

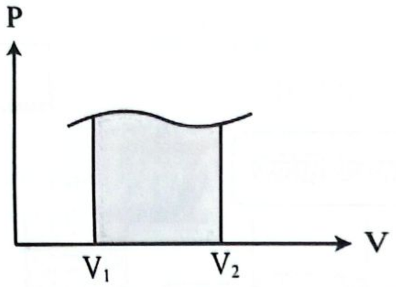
গ্যাস কর্তৃক কৃতকাজ,

$$\begin{aligned}W &= P\Delta V\\ &= P(V_2-V_1)\\ &= PV_2-PV_1\\ &= nRT_2-nRT_1\\ \therefore W &= nR\Delta T\end{aligned}$$

◆ পরিবর্তনশীল চাপে কৃতকাজ:

$$W=\int_{V_1}^{V_2}P\,dV$$

◆ গ্রাফ:



P বনাম V গ্রাফে আয়তন (V) অক্ষের উপর আব
ক্ষেত্রফলই কৃতকাজের মান = W

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. $1.013\times10^5\text{Nm}^{-2}$ স্থির চাপে 100m^3 আয়তনের একটি গ্যাসে 5×10^3J তাপশক্তি প্রয়োগে এর আয়তন 100.2m^3 হয়। ঐ গ্যাসের দ্বারা কৃত কাজ কত J? **[SUST'25-26]**

(a) 20.26×10^3 (b) 10.13
(c) 20.26×10^2 (d) 10.26×10^3 ⓐ

Sol^n: $W=P\Delta V$
$=1.013\times10^5\times(100.2-100)$
$=20.26\times10^3$ J

02. কোনো বেলুনের আয়তন V ও চাপ P. তার ব্যাস দ্বিগুণ করলে পরিবেশের উপর কৃতকাজ কত হবে **[BUET'24-25]**

(a) PV (b) 3PV (c) 7PV (d) 8PV ⓒ

Sol^n: ব্যাস দ্বিগুণ করলে, আয়তন 8 গুণ হবে।
$\therefore W=P\Delta V=P(8V-V)=7PV$

03. 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C থেকে 200°C বাড়াতে কাজের পরিমাণ হবে- **[BUTEX'16-17]**

(a) শূন্য (Zero) (b) 573×8.3J
(c) 1660 J (d) None

Sol^n: (সঠিক উত্তর নেই); কোন তাপগতীয় প্রক্রিয়া তা বলা নাই। সমআয়তন হলে $\Delta V=0$, তাই কাজ = 0J; সমচাপ হলে $W=nR\Delta T$
$=1\times8.314\times200=1662.8$J

04. One gram of water becomes 1671 cm^3 of steam when boiled at a pressure of 1 atm. The heat of vaporization at this pressure is 2256Jg^{-1}. What is the external work? (1 g পানি 1 atm চাপে ফুটিয়ে বাষ্পে পরিণত করলে এর আয়তন হয় 1671 cm³। এই চাপে বাষ্পীকরণের জন্য প্রয়োজনীয় তাপ হল 2256Jg^{-1}। বাহ্যিক কাজ কত হবে?) **[IUT'11-12]**

(a) 169J (b) 128J
(c) 445J (d) 137J ⓐ

Sol^n: 1cc water has 1g of mass. So,
$P\Delta V=101325\times(1671-1)\times10^{-6}$
$=169.21$ J [$\because$ Volume of 1g water $=1\text{cm}^3$]

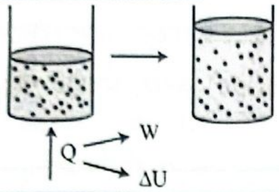
05. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে 1mole আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বাড়ালে যে কাজ সম্পন্ন করে তা হল- **[BUET'10-11]**

(a) 8.314J (b) 4200J
(c) 3.36×10^5J (d) 4.2J ⓐ

Sol^n: $W=P\Delta V=nR\Delta T$
$=(1\times8.314\times1)=8.314$J

T-06: তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ



$$Q = \Delta U + W$$

	ধনাত্মক (+)	ঋণাত্মক (−)
Q	সিস্টেমে তাপ সরবরাহ করা হলে।	সিস্টেম তাপ হারালে/বর্জন করলে
ΔU	সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পেলে।	সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পেলে।
W	সিস্টেম কর্তৃক কাজ সম্পাদিত হলে।	সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হলে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র কীসের মধ্যে সম্পর্ক তৈরি করে? **[BUET'23-24]**

(a) তাপ ও ক্ষমতা　(b) তাপ ও কাজ
(c) তাপ ও গতি　(d) গতি ও কাজ　ⓑ

02. কোনো সিস্টেম 900 J তাপ শোষণ করে 300 J কাজ সম্পাদন করে। অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত? **[BUET'21-22; RUET'12-13]**

(a) −600 J　(b) 600 J　(c) 300 J　(d) None　ⓑ

Sol^n: $Q = \Delta U + W$

$\Rightarrow \Delta U = Q - W = 900 - 300 = 600\text{J}$

03. When 20 J of work has been done on a gas, 40 J energy has been released. If the initial internal energy of the gas was 70 J, what is the final internal energy? (যখন একটি গ্যাসের উপর 20 J কাজ করা হয়েছে এবং 40 J শক্তি নির্গত হয়েছে, এবং গ্যাসের প্রাথমিক অভ্যন্তরীণ শক্তি ছিল 70 J, তাহলে গ্যাসের চূড়ান্ত অভ্যন্তরীণ শক্তি কত হবে?) **[IUT'08-09]**

(a) 50 J　(b) 60 J　(c) 90 J　(d) 110 J　ⓐ

Sol^n: $Q = \Delta U + W \Rightarrow -40 = (U_f - U_i) - 20$

$\Rightarrow -40 = (U_f - 70) - 20 \Rightarrow U_f = 50\text{J}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. বায়ুমণ্ডলীয় চাপে (10^5Nm^{-2}) একটি বার্নারের সাহায্যে 37°C তাপমাত্রার গরম বেলুনের 1 m^3 আয়তনের গ্যাসকে একই চাপে 1.2 m^3 আয়তনে উত্তীর্ণ করা হলো। এক্ষেত্রে–
(iii) বার্নার হতে সরবরাহকৃত তাপশক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। **[BUTEX'23-24]**

Sol^n: (iii) $W = P\Delta V = (10^5 \times 0.2) = 2 \times 10^4 \text{ J}$

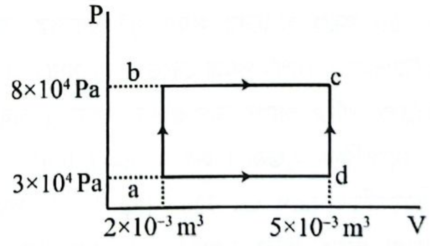
যেহেতু, বেলুনটি বায়ুতে পূর্ণ।

$\Delta U = \frac{f}{2} \times P \times \Delta V = \frac{5}{2} \times 10^5 \times 0.2 = 5 \times 10^4$

$\therefore Q = \Delta U + W = (5 \times 10^4 + 2 \times 10^4)$

$= 7 \times 10^4 \text{ J}$ **(Ans.)**

02. তাপগতীয় সিস্টেমের ক্রম PV-ডায়াগ্রাম চিত্রে দেখানো হলো। প্রক্রিয়া ab তে 150 J এবং প্রক্রিয়া bc তে 600 J তাপ সিস্টেমে যোগ করা হলো। চিত্রের abc প্রক্রিয়ায় অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তনের মান বের কর। **[MIST'22-23]**



Sol^n: ab পথে যেহেতু আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয়নি, সেহেতু $\Delta V = 0$ হয়

আমরা জানি, $\Delta Q = \Delta U + W$

ab পথে $\Delta U_1 = Q - W$

$= Q - P\Delta V = 150 - P \times 0 = 150 \text{ J}$

bc পথে, $\Delta U_2 = Q - W$

$= 600 - P\Delta V$

$= 600 - \{8 \times 10^4 \times (5 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3})\}$

$= 600 - 240 = 360 \text{ J}$

abc পথের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তনের মান,

$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = (150 + 360)\text{J} = 510\text{J}$

T-07: শক্তির রূপান্তর

কনসেপ্ট রিভিউ

কোনো বস্তুর বিভবশক্তি (mgh) বা গতিশক্তির $\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ সম্পূর্ণ অংশ বা, আংশিক (যেমন: বিভবশক্তির x% তাপে রূপান্তরিত তাপশক্তি $= \frac{x}{100} \times mgh$) তাপশক্তিতে রূপান্তর হতে পারে; যা বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে পারে $(Q = ms\Delta\theta)$ অথবা, করতে পারে (যেমন: গলনের ক্ষেত্রে, $Q = ml_f$ বা, বাষ্পীভবনের ক্ষেত্রে, $Q = ml_v$)

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. 50 m উঁচু পাহাড়ের শীর্ষ হতে পানি পড়লে, উপরে ও নিচে তাপমাত্রার পার্থক্য কত? **[BUET'24-25]**

(a) 0.147°C (b) 0.245°C
(c) 0.1167°C (d) None ⓒ

Sol

Sol^n: $mgh = ms\Delta\theta$

$\therefore \Delta\theta = \frac{gh}{s} = \frac{9.8\times50}{4200} = 0.1167°C$

02. An ice piece of 200 grams has been dropped from a certain height. For this reason, ice melts 10°C due to created heat by falling. Here, total mechanical energy is converted to heat energy. The specific latent heat of fusion of ice is 336000 Jkg^{-1} and specific heat of water is 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$. Find the height from where the ice piece was dropped? Assume $g = 9.81\ ms^{-2}$.
(200 grams বরফ একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছে। এর ফলে পতনের সময় সৃষ্ট তাপের কারণে বরফের তাপমাত্রা 10°C পর্যন্ত বেড়ে গলে যায়। এখানে মোট যান্ত্রিক শক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়েছে। বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ হল 336000 Jkg^{-1} এবং পানির আপেক্ষিক তাপ হল 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$। বরফটি কত উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছিল তা নির্ণয় কর। ধরে নাও, $g = 9.81\ ms^{-2}$।) **[IUT'23-24, 21-22]**

(a) 2475 m (b) 1425 m
(c) 3425 m (d) 4425 m

Sol^n: (সঠিক উত্তর নেই); $mgh = ml_f + ms\Delta\theta$

$\Rightarrow h = \frac{l_f + s\Delta\theta}{g} \Rightarrow h = \frac{336000+4200\times10}{9.81}$

$\therefore h = 38532.11\ m$

03. একটি জলপ্রপাত 900 মিটার উঁচু। যদি ধরা হয় পতিত পানির গতিশক্তির অর্ধেক তাপে পরিণত হয়, তাহলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি কত হবে? **[KUET'16-17; BUTEX'12-13; KUET'10-11]**

(a) 0.1°C (b) 0.53°C (c) 1°C
(d) 1.05°C (e) 10.5°C ⓓ

Sol^n: $\frac{1}{2}mgh = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 9.8 \times h = 4200(\Delta\theta)$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{4.9\times900}{4200} = 1.05°C$

04. A 750kg car moving at 23 ms^{-1} brakes to The brakes contain about 15 kg of iron, absorbs the energy. What is the increa temperature of the brakes? [Specific heat of 450J. $(kg°C)^{-1}$] (একটি 750 kg ভরের গাড়ি 23 বেগে চলছিল এবং ব্রেক করার ফলে থেমে যায়। প্রায় 15 kg লোহার অংশ রয়েছে, যা এই শক্তি করে। ব্রেকের তাপমাত্রা কত ডিগ্রি সেলসিয়াস বৃদ্ধি [লোহার আপেক্ষিক তাপ = 450J. $(kg°C)^{-1}$]) **[IUT'16-17,**

(a) 29.40°C (b) 39.40°C
(c) 49.40°C (d) 19.40°C

Sol^n: $\frac{1}{2}m_{car}v^2 = m_{iron}s\Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{0.5\times750\times23^2}{450\times15}$

$\therefore \Delta\theta = 29.4°C$

05. আহনাফ 250 gm ভরের 0°C তাপমাত্রায় একটি একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দিল। মাটিতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতির কারণে উৎপাদিত তাপে বরফ খণ্ডটি 10% গলে গেল। আহনাফ কত উচ্চতা বরফ খণ্ডটি ফেলেছিল? **[CKRUET'2**

(a) 4428.57 m (b) 3428.57 m
(c) 3227.60 m (d) 3957.57 m
(e) 3528.9 m

Sol^n: বরফ খণ্ডের ভর m; গলে গেছে m এর 10%

এখন, $mgh = \frac{m}{10} \times l_f$

$\Rightarrow h = \frac{l_f}{10g} = \frac{3.36\times10^5}{10\times9.8}m = 3428.57m$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি 1.2 kW ক্ষমতার হিটারের পানি ধারণ ক্ষমতা 1.2 L। এই হিটারে পানি ফুটাতে গ্রীষ্মকালে 4 min সময় লাগে। শীতকালে পানি ফুটাতে আরো 1.5 min সময় বেশি লাগে। শীত ও গ্রীষ্মকালের তাপমাত্রার পার্থক্য কত? **[BUET'25-26]**

Sol^n: ধরি, গ্রীষ্মকালে ও শীতকালের তাপমাত্রা যথাক্রমে θ_1 ও θ_2।

$\therefore$ শীতকালে, $Q_1 = Pt_1$

$\Rightarrow ms\,(100 - \theta_1) = Pt_1$

$\Rightarrow 1.2 \times 4200 \times (100 - \theta_1) = 1200 \times (4 + 1.5) \times 60$

$\therefore \theta_1 = 21.43^\circ\text{ C}$

আবার, গ্রীষ্মকালে, $Q_2 = Pt_2$

$\Rightarrow ms\,(100 - \theta_2) = Pt_2$

$\Rightarrow 1.2 \times 4200 \times (100 - \theta_2) = 1200 \times 4 \times 60$

$\therefore \theta_2 = 42.86^\circ\text{C}$

$\therefore$ তাপমাত্রার পার্থক্য $= \theta_2 - \theta_1$

$= 42.86 - 21.43$

$= 21.43^\circ\text{C}$ **(Ans.)**

02. m ভরের একটি সীসার গুলি একটি গাছের দিকে ছোড়া হল। গাছে ঢোকার ও অপর পার্শ্বে বের হওয়ার সময় গুলিটির বেগ যথাক্রমে 500 ms^{-1} ও 300ms^{-1}। হারানো শক্তির 50% গুলিতে তাপরূপে জমা হয়েছে ধরে গুলির তাপমাত্রা বৃদ্ধি নির্ণয় কর। সীসার আপেক্ষিক তাপ = 0.031 kcal $\text{kg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$

1 kcal $\text{kg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$ = 4.184 kJ $\text{kg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$ **[RUET'03-04]**

Sol^n: হারানো শক্তি $= \frac{1}{2}m(500^2 - 300^2) = 8m \times 10^4$

উৎপন্ন তাপ $= 4m \times 10^4\text{J} = 40m\text{kJ}$

$\therefore Q = ms\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{ms}$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{40m}{m \times 0.031 \times 4.184} = 308.4^\circ\text{C}$ **(Ans.)**

T-08: মোলার আপেক্ষিক তাপ (C_P, C_V)

কনসেপ্ট রিভিউ

- C_P = স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ
- C_V = স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ; $\boxed{C_V = \frac{f}{2}R}$
- $C_P - C_V = R \Rightarrow C_P = C_V + R$

  $\Rightarrow \boxed{C_P = \left(1 + \frac{f}{2}\right)R}$ এবং $\boxed{\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1 + \frac{2}{f}}$

গ্যাসের ধরন	$C_V = \frac{f}{2}R$	$C_P = \left(1 + \frac{f}{2}\right)R$	$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1 + \frac{2}{f}$
এক পারমাণবিক গ্যাস (Ne, He, Ar), $f = 3$	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{5}{3} = 1.67$
দ্বি পারমাণবিক গ্যাস (O_2, N_2, Cl_2, H_2), $f = 5$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	$\frac{7}{5} = 1.4$
সরলরৈখিক বহু পারমাণবিক গ্যাস (CO_2), $f = 5$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$	$\frac{7}{5} = 1.4$
অসরলরৈখিক বহু পারমাণবিক গ্যাস (NH_3, SO_3), $f = 6$	$\frac{6}{2}R = 3R$	4R	$\frac{4}{3} = 1.33$

- C_P ও C_V কে R এবং γ এর মাধ্যমে প্রকাশ:

  $\boxed{C_V = \frac{R}{\gamma - 1}}$ $\boxed{C_P = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. কোন গ্যাসের $\gamma = \frac{3}{2}$। উক্ত গ্যাসের জন্য কোনটি সঠিক? **[BUTEX'13-14]**

(a) $C_p = 3R$ (b) $C_p = 5R$

(c) $C_v = 3R$ (d) $C_v = 5R$ ⓐ

Sol^n: $C_P = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} = \frac{R.\frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 1} = \frac{\frac{3R}{2}}{\frac{1}{2}} = 3R$

02. কোনো গ্যাস এর আপেক্ষিক তাপ- **[BUTEX'11-12]**

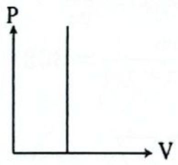
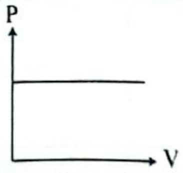
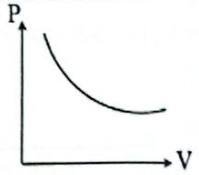
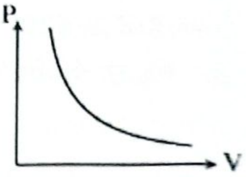
(a) একটি (b) দুটি

(c) তিনটি (d) অসংখ্য ⓓ

Sol^n: কোনো গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ অসংখ্য, মোলার আপেক্ষিক তাপ দুটি C_p ও C_v।

T-09: তাপগতীয় প্রক্রিয়া

কনসেপ্ট রিভিউ

বিষয়বস্তু	সমআয়তন	সমচাপ	সমোষ্ণ	রুদ্ধতাপীয়
বৈশিষ্ট্য/ চেনার উপায়	দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ পিস্টন	স্থির চাপে গতিশীল পিস্টন	তাপ সুপরিবাহী পাত্র ধীরে ধীরে হয়	তাপ কুপরিবাহী পাত্র হঠাৎ সংঘটিত হয়
ধ্রুবরাশি	$V = \text{constant}$ $\Delta V = 0$	$P = \text{constant}$ $\Delta P = 0$	T constant $\Delta T = 0$	$Q = 0, S = \text{constant}$ $\Delta S = 0$
চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার সম্পর্ক	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$P_1V_1 = P_2V_2$	$P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$ $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$ $T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$
P বনাম V লেখচিত্র				
কৃতকাজ, (W) তাপ ও অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন	$W = 0$ $Q = \Delta U = nC_V\Delta T$	$W = P\Delta V = nR\Delta T$ $\Delta U = nC_V\Delta T$ $= \frac{f}{2}nR\Delta T = \frac{f}{2}P\Delta V$ $Q = nC_P\Delta T$	$\Delta U = 0$ $Q = W$ $= nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$	$Q = 0$ $W = -\Delta U$ $= \frac{nR(T_2-T_1)}{1-\gamma}$
গ্রাফের ঢাল	$\frac{dP}{dV} = \infty$	$\frac{dP}{dV} = 0$	$\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$	$\frac{dP}{dV} = -\gamma\frac{P}{V}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনটি ধ্রুব থাকে? **[BUET'24-25]**

(a) তাপমাত্রা (b) চাপ

(c) আয়তন (d) এনট্রপি ⓓ

02. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা 27°C থেকে 927°C এ নিয়ে গেলে চাপের পরিবর্তন কেমন হবে? **[BUET'24-25]**

(a) 127 গুণ বৃদ্ধি (b) 128 গুণ বৃদ্ধি

(c) 127 গুণ (d) একই ⓐ

Sol^n: $P_1^{1-\gamma}T_1^{\gamma} = P_2^{1-\gamma}T_2^{\gamma}$

ধরি, $\gamma = 1.4$

$\therefore P_2 = P_1\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$

$= P_1\left[\frac{300}{1200}\right]^{\frac{1.4}{1-1.4}} = 128P_1 = 127P_1 + P_1$

$\therefore$ 127 গুণ বৃদ্ধি।

03. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক কীরূপ? **[BUET'24-25; BUTEX'15-16; KUET'14-15]**

(a) $TV^{\gamma-1} = K$ (b) $T^{\gamma}V^{\gamma-1} = K$

(c) $TV^{1-\gamma} = K$ (d) $T^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}V = K$ ⓐ

04. A real gas is changed slowly from state 1 to state 2. During this process no work is done on or by the gas. This process must be- (একটি বাস্তব গ্যাসকে ধীরে ধীরে অবস্থান 1 থেকে অবস্থান 2-তে পরিবর্তন করা হয়েছে। এই প্রক্রিয়ায় গ্যাসের উপর কোনো কাজ করা হয়নি, এবং গ্যাস দ্বারা কোনো কাজও সম্পন্ন হয়নি। এই প্রক্রিয়াটি:) **[IUT'17-18]**

(a) Isothermal (b) Adiabatic

(c) Isochoric (d) Isobaric ⓒ

05. পিস্টন-সিলিন্ডারের ভিতর আবদ্ধ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপের শুষ্ক বায়ু সংকুচিত করে এর আয়তনের অর্ধেক করা হলো। যদি তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে, তবে চূড়ান্ত চাপ কত হবে? **[RUET'14-15]**

(a) $2.026 \times 10^5 Nm^{-2}$ (b) $4.12 \times 10^5 Nm^{-2}$

(c) $8.16 \times 10^5 Nm^{-2}$ (d) $10.026 \times 10^5 Nm^{-2}$

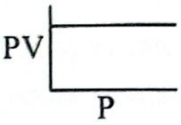
(e) None

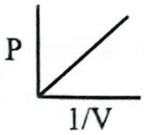
Sol^n: $P_1V_1 = P_2V_2$

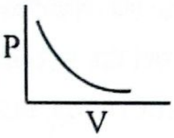
$\Rightarrow P_1V_1 = P_2 \cdot \frac{V_1}{2}$

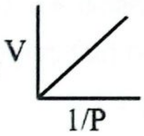
$\Rightarrow P_2 = 2P_1 = 2.026 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

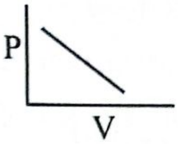
06. একটি নির্দিষ্ট গ্যাসের জন্য $P = \frac{K}{V}$, যদি T স্থির থাকে। এখানে, P = চাপ, V = আয়তন, T = তাপমাত্রা এবং K = ধ্রুবক। এমতাবস্থায় নিচের কোনটি সঠিক নয়? **[KUET'12-13]**

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

ⓔ

07. 29°C তাপমাত্রার একটি গ্যাস চেম্বারে 1 atm চাপে 100 kg m^{-3} ঘনত্বের CO_2 গ্যাস আছে। চেম্বারটিতে গ্যাসের চাপ 2 atm করা হলে চেম্বারটি ফেটে যায়। চেম্বারটির চূড়ান্ত তাপমাত্রায় গ্যাসের ঘনত্বের পরিবর্তন কত হবে? [$\gamma = 1.33$] **[CKRUET'23-24]**

(a) 68.4 kg m^{-3}
(b) 69.4 kg m^{-3}
(c) 168.4 kg m^{-3}
(d) 85.4 kg m^{-3}
(e) 78.4 kg m^{-3} ⓐ

Sol^n: $PV^\gamma = c = P\left(\frac{m}{\rho}\right)^\gamma$

$\therefore P\rho^{-\gamma} = \text{constant}$

$\Rightarrow P_1\rho_1^{-\gamma} = P_2\rho_2^{-\gamma}$

$\Rightarrow \rho_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\rho_1^{-\gamma}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}$

$= \left(\frac{1}{2} \times 100^{-1.33}\right)^{-\frac{1}{1.33}}$

$= 168.3985\ kgm^{-3}$

$\therefore \Delta\rho = \rho_2 - \rho_1$

$= 68.4\ kgm^{-3}$

দেওয়া আছে,
$P_1 = 1$ atm,
$P_2 = 2$ atm
$\rho_1 = 100\ kgm^{-3}$
$T_1 = 302$ K
$\gamma = 1.33$ এবং
$\rho_2 = ?$

08. 15°C তাপমাত্রার কোনো গ্যাসের আয়তন হঠাৎ 4 গুণ করা হলো। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? $\left[\gamma = \frac{5}{3}\right]$
[BUET'21-22, 09-10; BUTEX'18-19; KUET'18-19, 16-17, 15-16, 14-15, 11-12, 04-05; RUET'10-11, 07-08, 05-06]

(a) 114.3°C
(b) −158.7 K
(c) 114.333 K
(d) −158.7°C ⓓ

Sol^n: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1} [V_2 = 4V_1]$

$\Rightarrow T_2 = 114.2928\ K = -158.7°C$

09. In a cylinder there is 0.001 m^3 gas at 300 K temperature and at 10^5 Pa pressure. The gas is expanded isothermally first and later on it is expanded again adiabatically. In each case ratio of expansion is 1:2. Calculate the total amount of work in expansion. ($\gamma = 1.4$) (একটি সিলিন্ডারে 0.001 m³ গ্যাস রয়েছে যার তাপমাত্রা 300 K এবং চাপ 10^5 Pa। গ্যাসটিকে প্রথমে সমতাপীয় ভাবে সম্প্রসারিত করা হয় এবং পরে এটিকে পুনরায় রুদ্ধতাপীয় ভাবে সম্প্রসারিত করা হয়। উভয় ক্ষেত্রেই সম্প্রসারণের অনুপাত 1:2। সম্প্রসারণে সম্পন্ন মোট কাজের পরিমাণ কত? ($\gamma = 1.4$)) **[IUT'20-21]**

(a) 3072.17 J
(b) 3172.17 J
(c) 3272.17 J
(d) 3372.17 J

Sol^n: (সঠিক উত্তর নেই); $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.001\times10^5}{8.314\times300}$ mole

$= 0.04$ mole

$\Rightarrow T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$\therefore T_2 = 300 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{0.4} = 227.357\ K$

$W = W_1 + W_2 = nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} + nC_V(T_1 - T_2)$

$= nRT_1 \ln(2) + \frac{nR(T_1-T_2)}{\gamma-1}$

$= 0.04 \times 8.314 \times 300 \ln 2 + \frac{0.04\times8.314\times(300-227)}{0.4}$

$= 130\ J$

10. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বায়ুর আয়তন বৃদ্ধি পেয়ে দ্বিগুণ হল। প্রারম্ভের চাপ এক বায়ুচাপ হলে চূড়ান্ত চাপ কত? [$\gamma = 1.4$] **[KUET'12-13, 11-12]**

(a) 0.49
(b) 0.93
(c) 0.38
(d) 0.83
(e) 0.15 ⓒ

Sol^n: $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma$

$\Rightarrow 1.V_1^\gamma = P_2(2V_1)^\gamma$

$\Rightarrow V_1^\gamma = P_2 2^\gamma . V_1^\gamma$

$\Rightarrow 1 = P_2(2)^{1.4}$

$\Rightarrow P_2 = 0.3789 \approx 0.38$ atm

11. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় $\gamma = 1.4$। দ্বি-পরমাণু গ্যাসের চাপ 0.5% বৃদ্ধি করা হলে গ্যাসের আয়তন কমবে- **[BUET'10-11]**

(a) 0.5%
(b) 0.70%
(c) 1.0%
(d) 0.36% ⓓ

Sol^n: $P_1V_1{}^\gamma = P_2V_2{}^\gamma$

$\Rightarrow V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} . V_1$

$= \left(\frac{1}{1.005}\right)^{\frac{1}{1.4}} \times V = 0.9964\ V$

$\therefore \%\Delta V = (1 - 0.9964) \times 100\% = 0.36\%$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. 2 mol এক পারমাণবিক আদর্শ গ্যাসের 27°C তাপমাত্রার আয়তন রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় V থেকে 2V তে নিলে কৃতকাজ কত? **[RUET'25-26]**

Solⁿ: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$= 300 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1.67-1}$$

$$= 188.552\text{ K}$$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2)$

$$= \frac{2\times8.314}{1.67-1}(300 - 188.552)$$

$$= 2765.91\text{ J}$$ **(Ans.)**

02. 10^5 Pa চাপে এবং 25°C তাপমাত্রায় বায়ুর আয়তন 1.8m^3। একে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সংকুচিত করে চাপ 5×10^5Pa করা হল। এই প্রক্রিয়ায় নির্গত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[IUT'22-23; BUTEX'21-22]**

Solⁿ: সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,

$$W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$$

$$= P_1V_1\ln\frac{P_1}{P_2}$$

$$= 1 \times 10^5 \times 1.8 \times \ln\frac{1\times10^5}{5\times10^5}$$

$$= -2.897 \times 10^5\text{ J}$$

$\therefore Q = W = -2.897 \times 10^5$J

$\therefore$ নির্গত তাপ = 2.897×10^5J **(Ans.)**

03. 1 মোল কোনো গ্যাসকে 27°C সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত হতে দেওয়া হলো যতক্ষণ না পর্যন্ত এর আয়তন দ্বিগুণ হয়। তারপর রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটিকে আবার আগের আয়তনে ফিরিয়ে আনা হল। মোট কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [$\gamma = 1.4, R = 8.4\text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$] **[BUTEX'20-21]**

Solⁿ: আয়তন, $V_2 = 2V_1$

$\therefore$ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,

$$W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 1 \times 8.4 \times 300 \times \ln(2)$$

$$= 1746.73\text{ J}$$

অতঃপর, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসটিকে সংকুচিত করে আবার আগের আয়তনে আনা হলো।

অতএব, $V_3 = V_1$

এখানে, $T_1 = 300\text{ K} \therefore T_1V_2^{\gamma-1} = T_2V_3^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\gamma-1} = 300 \times \left(\frac{2V_1}{V_1}\right)^{1.4-1}$$

$$= 395.8524\text{ K}$$

$\therefore$ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,

$$W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) = \frac{1\times8.4}{1.4-1}(300 - 395.8524)$$

$$= -2012.90\text{ J}$$

$\therefore$ মোট কৃতকাজ, $W = W_1 + W_2 = -266.17$ J **(Ans.)**

04. 40 ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় এবং 76 সে.মি. পারদ চা কিছু পরিমাণ বায়ুকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আয়তন দ্বিগুণ ক হলে তাপমাত্রা কত হবে? আবার যদি পরিবর্তিত তাপমা থেকে 20 ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধি করা হয়, তবে এর চাপ ক হবে? [$\gamma = 1.4$] **[KUET'19-20; BUET'02-0**

Solⁿ: $T_1 = 40 + 273 = 313\text{K}; T_2 = ?$

$V_1 = V, V_2 = 2V.$

এখন, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 313 \times \left(\frac{V}{2V}\right)^{1.4-1} = 237.21\text{K}$$

এরপর তাপমাত্রা 20°C বা 20K বৃদ্ধি করা হলে তাপমাত্রা $= 257.21$K

এখন, $P_1 = 76\text{cm}; T_1 = 313\text{K}, T_2 = 257.21\text{K}$

$$T_1P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = 76 \times \left(\frac{313}{257.21}\right)^{\frac{1.4}{1-1.4}}$$

$= 38.23$ cm-Hg **(Ans.)**

05. T_1 আদি তাপমাত্রার একটি আদর্শ গ্যাসের আদি আয়তন 2 m^3। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় প্রসারণের ফলে এর আয়তন 4 m^3 হয় তারপর সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত করায় আয়তন 10 m^3 হয়, পরবর্তী ধাপে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সংকোচনের ফলে এর তাপমাত্রা পুনরায় T_1 হয়। এর চূড়ান্ত আয়তন কত? **[BUET'18-19]**

Solⁿ: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma-1} \quad \ldots\ldots\ldots (i)$$

এখন, $T_2V_3^{\gamma-1} = T_1V_4^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_4}{V_3}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_4}{V_3}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma-1}$$ [(i) হতে]

$$\therefore V_4 = \frac{V_3}{2} = \frac{10}{2}\text{m}^3 = 5\text{ m}^3$$ **(Ans.)**

[**Note:** সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার তাপমাত্রা ধ্রুব থাকে। তাই আয় 10 m^3 হওয়ার পরেও তাপমাত্রা একই/সমান থাকবে।]

06. আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে নির্দিষ্ট আয়তনের শুষ্ক গ্যাসকে (i) সমোষ্ণ অবস্থায়, এবং (ii) রুদ্ধতাপ অবস্থায় তিনগুণ আয়তনে প্রসারিত হতে দেয়া হল। প্রতিক্ষেত্রে চূড়ান্ত চাপ কত হবে নির্ণয় কর। ($\gamma = 1.4$) **[RUET'18-19, 03-04]**

Sol^n: (i) $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{3} = \frac{1.01325\times10^5}{3}$Pa

$P_2 = 33775$Pa **(Ans.)**

(ii) $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$

$\Rightarrow P_2 = \frac{P}{3^\gamma}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{1.01325\times10^5}{3^{1.4}}$

$P_2 = 21764.408$Pa **(Ans.)**

07. একটি সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও 10^6 Pa চাপে 0.001 m^3 গ্যাস আছে। গ্যাসটিকে প্রথমে সমোষ্ণ প্রসারণ করা হল এবং পরে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আবারও প্রসারণ করা হল, প্রতি ক্ষেত্রেই প্রসারণের অনুপাত 1:2। প্রসারণে মোট কাজের পরিমাণ বের কর। **[BUET'17-18]**

Sol^n: সমোষ্ণ প্রসারণে কৃতকাজ, $W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

এখন $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^6\times0.001}{8.314\times300} = 0.4$ mole

সুতরাং, $W_1 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$= 0.4\times8.314\times300\ln\left(\frac{2}{1}\right) = 691.54$ J

এখন, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 300\times\left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1} = 227.357$K

সুতরাং রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,

$W_2 = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1-T_2) = \frac{0.4\times8.314}{1.4-1}\times(300-227.357)$

$= 603.95$ J

সুতরাং, মোট কাজ, $W = W_1 + W_2 = 1295.49$ J **(Ans.)**

08. এক পরমাণু বিশিষ্ট একটি আদর্শ গ্যাসকে 17°C তাপমাত্রায় হঠাৎ এর মূল আয়তনের এক-দশমাংশ আয়তনে সংকুচিত করা হল। সংকোচনের পর তাপমাত্রা কত হবে? **[BUTEX'18-19; BUET'16-17; RUET'07-08, 05-06, KUET'04-05]**

Sol^n: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$\Rightarrow 290\times V_1^{\gamma-1} = T_2\left(\frac{V_1}{10}\right)^{\gamma-1}$ | $T_1 = 290$K, $\gamma = 1.67$

$\therefore T_2 = 290\times(10)^{1.67-1}$K

$= 1356.432$K $= 1083.432$°C **(Ans.)**

09. 1.2 atm চাপ এবং 310K তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন 4.3 L। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংকুচিত করে আয়তন 0.76 L করা হল। গ্যাসটির (a) চূড়ান্ত চাপ এবং (b) চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [গ্যাসটিকে আদর্শ গ্যাস হিসাবে বিবেচনা করা যায় যার $\gamma = 1.4$] **[BUET'14-15; BUTEX'03-04; RUET'12-13]**

Sol^n: (a) $P_2V_2^\gamma = P_1V_1^\gamma$

$\Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 1.2\times\left(\frac{4.3}{0.76}\right)^{1.4}$

$= 13.58$ atm **(Ans.)**

(b) $T_2V_2^{\gamma-1} = T_1V_1^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = 310\times\left(\frac{4.3}{0.76}\right)^{1.4-1}$

$= 620.0456$K **(Ans.)**

10. একটি পারমাণবিক বোমা বিস্ফোরিত হলে সৃষ্ট আগুনের গোলকের ব্যাসার্ধ হয় 100 m এবং এর তাপমাত্রা 10^5K যদি গোলকটি রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে 1000 m ব্যাসার্ধে বর্ধিত হয় তবে এর সম্ভাব্য তাপমাত্রা কত হবে? [আপেক্ষিক তাপদ্বয়ের অনুপাত, $\frac{C_p}{C_v} = 1.66$)] **[BUET'13-14, CUET'05-06]**

Sol^n: $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$ $\therefore T_1r_1^{3(\gamma-1)} = T_2r_2^{3(\gamma-1)}$

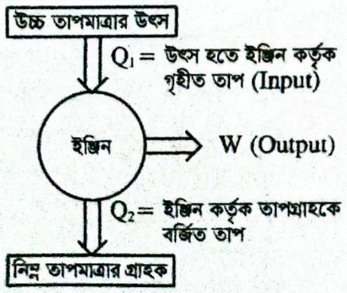
[∵ গোলকের আয়তন $V \propto r^3$]

$\therefore 10^5\times100^{3(1.66-1)} = T_2\times1000^{3(1.66-1)}$

$\therefore T_2 = 1047.13$K **(Ans.)**

T-10: তাপীয় ইঞ্জিন

কনসেপ্ট রিভিউ


উচ্চ তাপমাত্রার উৎস
Q_1 = উৎস হতে ইঞ্জিন কর্তৃক গৃহীত তাপ (Input)
ইঞ্জিন
W (Output)
Q_2 = ইঞ্জিন কর্তৃক তাপগ্রাহকে বর্জিত তাপ
নিম্ন তাপমাত্রার গ্রাহক

$\therefore \boxed{W = Q_1 - Q_2}$

কর্মদক্ষতা,

$$H = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1-Q_2}{Q_1} = 1-\frac{Q_2}{Q_1}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. গৃহীত তাপ Q_1 এবং বর্জিত তাপ Q_2 হলে, তাপীয় ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? **[BUTEX'17-18]**

(a) $\frac{Q_1}{Q_2}$ (b) $1-\frac{Q_2}{Q_1}$ (c) 1 (d) $1+\frac{Q_1}{Q_2}$ ⓑ

Sol^n: শক্তির সংরক্ষণশীলতা প্রয়োগ করে,

$Q_1 = W + Q_2 \Rightarrow W = Q_1 - Q_2$

দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

02. A developed country generates about 5.0×10^{16}J of electrical energy a day. If this energy is generated by a power plant with an average efficiency of 30%, how much heat is dumped into the environment each day? (একটি উন্নত দেশ প্রতিদিন প্রায় 5.0×10^{16}J বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করে। যদি এই শক্তি একটি পাওয়ার প্ল্যান্টের মাধ্যমে উৎপন্ন হয় যার গড় দক্ষতা 30%, তবে প্রতিদিন পরিবেশে কত তাপ নিঃসরণ করা হয়?) **[IUT'19-20]**

(a) 1.67×10^{16}J (b) 1.167×10^{17}J
(c) 1.87×10^{16}J (d) 1.25×10^{16}J ⓑ

Sol^n: $\eta = \frac{E_{supplied}}{E_{generated}}$

$E_{generated} = \frac{E_{supplied}}{\eta} = \frac{5\times10^{16}}{0.3}$

$E_{dumped} = 0.7 \times E_{generated} = \frac{0.7\times5\times10^{16}}{0.3}$
$= 1.167 \times 10^{17}$J

03. একটি ইঞ্জিন 4500J তাপ শোষণ করে এবং 2500J তাপ বর্জন করে। কাজের পরিমাণ কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 1000J (b) 2000J
(c) 7000J (d) 1000J ⓑ

Sol^n: কাজের পরিমাণ = শোষিত তাপ − বর্জিত তাপ
$= (4500 - 2500)\text{J} = 2000\text{J}$

04. During one cycle, an engine extracts 2.00×10^3J of energy from a hot reservoir and transfers 1.50×10^3J to a cold reservoir. How much power does the engine generate if it goes through 4 cycles in 2.5s? (একটি চক্রে, একটি ইঞ্জিন একটি উচ্চ তাপমাত্রার উৎস থেকে 2.00×10^3J শক্তি গ্রহণ করে এবং 1.50×10^3J একটি নিম্ন তাপমাত্রার গ্রাহককে স্থানান্তর করে। যদি ইঞ্জিনটি 2.5 s সময়ে 4টি চক্র সম্পন্ন করে, তাহলে ইঞ্জিনটি কত ক্ষমতা উৎপন্ন করে?) **[IUT'14-15]**

(a) 750 W (b) 800 W
(c) 825 W (d) 775 W ⓑ

Sol^n: $P = \frac{W}{t} = \frac{4\Delta W}{t} = \frac{4\times(Q_1 - Q_2)}{t}$
$= \frac{4\times(2\times10^3 - 1.5\times10^3)}{2.5} = 800$ W

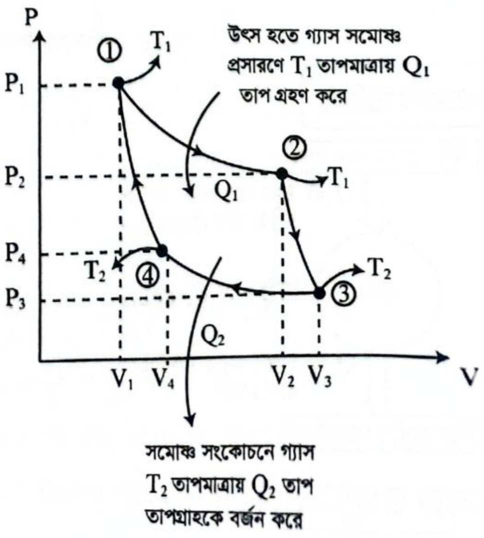
05. "তাপ শক্তিকে সম্পূর্ণভাবে কখনই যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর সম্ভব নয়"–এটি কোন বিজ্ঞানীর বিবৃতি? **[BUTEX'13-14]**

(a) কেলভিন (b) কার্নো
(c) প্লাঙ্ক (d) চার্লস ⓑ

T-11: কার্নো ইঞ্জিন ও কার্নো চক্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- যেহেতু, কার্নো ইঞ্জিন প্রত্যাবর্তী তাই, $\Delta S = 0$ অর্থাৎ, $S_1 = S_2$
$\therefore \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$
- $\eta_{Carnot} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
যেখানে, T_1 = উৎসের তাপমাত্রা
T_2 = গ্রাহকের তাপমাত্রা


P
①
T_1
উৎস হতে গ্যাস সমোষ্ণ প্রসারণে T_1 তাপমাত্রায় Q_1 তাপ গ্রহণ করে
P_1
②
P_2
Q_1
T_1
P_4
T_2
④
P_3
T_2
③
Q_2
V_1
V_4
V_2
V_3
V
সমোষ্ণ সংকোচনে গ্যাস T_2 তাপমাত্রায় Q_2 তাপ তাপগ্রাহকে বর্জন করে

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা $\frac{1}{4}$। তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 65°C কমালে দক্ষতা $\frac{1}{2}$ হয়। তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর? **[CUET'25-26]**

(a) 1352 K (b) 1880 K
(c) 260 K (d) 1014 K (e) 195 K ⓔ

Solⁿ: দক্ষতা, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 65°C কমালে দক্ষতা,

$\eta' = 1 - \frac{T_2 - 65}{T_1} \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 - \frac{3}{4} + \frac{65}{T_1} \Rightarrow T_1 = 260\ \text{K}$

$\therefore T_2 = \frac{3}{4} \times T_1 = \frac{3}{4} \times 260\ \text{K} = 195\ \text{K}$

02. বাষ্প ও বরফের মধ্যে ক্রিয়ারত কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা কত? **[RUET'24-25, 14-15, 04-05; KUET'11-12; BUTEX'10-11, 06-07]**

(a) 28.6% (b) 62.8%
(c) 26.8% (d) 68.2% (e) 2.68% ⓒ

Solⁿ: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{273}{373} = 0.2681 = 26.81\%$

03. একটি কার্নো চক্র প্রাথমিক 327°C তাপমাত্রায় কাজ সম্পন্ন করে। প্রতিটি ধাপে সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাত 1:6 হলে কার্নো চক্রের সর্বনিম্ন তাপমাত্রা এবং দক্ষতা যথাক্রমে-[$\gamma = 1.4$] **[BUET'23-24, 07-08]**

(a) 0K, 28% (b) 287.012K, 50.21%
(c) 393.52K, 15.21% (d) 293.056K, 51.16% ⓓ

Solⁿ: $T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \times T_1$

$\Rightarrow T_2 = \left(\frac{1}{6}\right)^{1.4-1} \times 600\ \text{K}$

$= 293.016\text{K} \approx 293.056\text{K}$

$T_1 = 327°\text{C} = 600\text{K}$
$\gamma = 1.4$
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{6}$

দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$= \left(1 - \frac{293.016}{600}\right) \times 100\% = 51.16\%$

04. In a heat engine, the temperature of the source and sink are 500 K and 375 K. If the engine consumes 25×10^5 J per cycle, find the heat rejected to the sink per cycle.
(একটি তাপ ইঞ্জিনে, তাপ উৎস এবং তাপ গ্রাহক এর তাপমাত্রা যথাক্রমে 500 K এবং 375 K। যদি ইঞ্জিনটি প্রতি চক্রে 25×10^5 J তাপ গ্রহণ করে, তবে প্রতি চক্রে তাপ গ্রাহকে নিঃসরিত তাপের পরিমাণ কত?) **[IUT'23-24, 22-23; KUET'15-16]**

(a) 6.25×10^5 J (b) 31.25×10^5 J
(c) 18.75×10^5 J (d) 5.55×10^5 J ⓒ

Solⁿ: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow Q_2 = \frac{375}{500} \times 25 \times 10^5$

$\therefore Q_2 = 18.75 \times 10^5$ J

05. একটি কার্নো ইঞ্জিন 237°C এবং 139°C তাপমাত্রায় কার্যরত। উচ্চ তাপমাত্রায় এটি যদি 2.54×10^4 J তাপ শোষণ করে, প্রতি সাইকেলে ইঞ্জিনটি কী পরিমাণ কাজ করছে? **[CKRUET'22-23]**

(a) 50.4×10^4 J (b) 450 kJ
(c) 4.8×10^4 J (d) 4.88 kJ
(e) 6.04×10^5 J ⓓ

Solⁿ: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{139+273}{237+273} = 0.1921$

$\eta = \frac{W}{Q_1} \Rightarrow \frac{W}{2.54 \times 10^4} = 0.1921$

$\therefore W = 4880.784\ \text{J} = 4.880\ \text{kJ}$

06. একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 50% যখন ইহার তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 27°C। ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 60% করতে উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? **[CKRUET'21-22; IUT'18-19]**

(a) 60 K (b) 120 K (c) 150 K
(d) 160 K (e) 200 K ⓒ

Solⁿ: $0.5 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 0.5$

$\Rightarrow T_1 = \frac{300}{0.5}\text{K} = 600\ \text{K}$

আবার, $0.6 = 1 - \frac{T_2}{T_1 + x}$

$\Rightarrow 0.4 = \frac{300}{x + 600}$

$\Rightarrow x = 150\ \text{K}$

07. In one cycle, a heat engine absorbs 500 J from a high temperature reservoir and expels 300 J to a low temperature reservoir. If the efficiency of this engine is 60% of the efficiency of a Carnot engine, what is the ratio of the low temperature to the high temperature in the Carnot engine? (একটি চক্রে, একটি তাপ ইঞ্জিন উচ্চ তাপমাত্রার উৎস থেকে 500 J তাপ শোষণ করে এবং নিম্ন তাপমাত্রার গ্রাহকে 300 J তাপ নিঃসরিত করে। যদি এই ইঞ্জিনের দক্ষতা একটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতার 60% হয়, তবে কার্নো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে নিম্ন তাপমাত্রা ও উচ্চ তাপমাত্রার অনুপাত (T_l/T_h) কত হবে?) **[IUT'21-22]**

(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\frac{1}{4}$ (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{5}$ ⓐ

Solⁿ: $\eta_{\text{heat}} = 1 - \frac{300}{500} = \frac{2}{5} \therefore \eta_{\text{heat}} = \eta_{\text{carnot}} \times 0.6$

$\Rightarrow \eta_{\text{carnot}} = \frac{\eta_{\text{heat}}}{0.6} = \frac{2}{5} \times \frac{1}{0.6} = \frac{2}{3}$

$\Rightarrow 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$

08. একটি কার্নো (Carnot) ইঞ্জিন 27°C এবং 180°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত। ইঞ্জিন তাপ উৎস থেকে $8.6 \times 10^4 J$ তাপ গ্রহণ করে। ইঞ্জিন দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? **[KUET'18-19]**

(a) 1687J (b) 25.79kJ (c) 29.05kJ
(d) $2.9 \times 10^6 J$ (e) $2.55 \times 10^5 J$ ⓒ

Solⁿ: $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$\Rightarrow Q_2 = \frac{300}{453} \times 8.6 \times 10^4 = 56953.6J$

$\therefore W = Q_1 - Q_2 = 29.05kJ$

09. A Carnot heat engine operate between a hot reservoir at absolute temperature T_H and a cold reservoir at absolute temperature T_C. Its efficiency is- (একটি কার্নো তাপ ইঞ্জিন একটি উচ্চ তাপমাত্রার উৎস যার পরম তাপমাত্রা T_H এবং একটি নিম্ন তাপমাত্রার গ্রাহক যার পরম তাপমাত্রা T_C এর মধ্যে কার্যকর হয়। এর দক্ষতা হল-) **[IUT'17-18]**

(a) $\frac{T_H}{T_c}$ (b) $\frac{T_C}{T_H}$ (c) $1 - \frac{T_H}{T_C}$ (d) $1 - \frac{T_C}{T_H}$ ⓓ

10. A power station contains a heat engine operating between two heat reservoirs, one containing steam at 100°C and other containing water at 20°C What is the maximum amount of electrical energy which can be generated for each Joule of the heat extracted from the steam? (একটি পাওয়ার স্টেশনে একটি তাপ ইঞ্জিন রয়েছে যা দুটি তাপ উৎসের মধ্যে কাজ করে। একটিতে 100°C তাপমাত্রার বাষ্প এবং অন্যটিতে 20°C তাপমাত্রার পানি রয়েছে। বাষ্প থেকে প্রতি 1 J তাপ শোষণ করে সর্বাধিক কত জুল বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করা যেতে পারে?) **[IUT'16-17, 08-09]**

(a) 0.263J (b) 0.235J
(c) 0.214J (d) 0.278J ⓒ

Solⁿ: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0.214\ ; W = \eta Q = 0.214J$

11. একটি কার্নো ইঞ্জিন 500K তাপমাত্রার তাপ উৎস হতে 1250J তাপ গ্রহণ করে ও তাপ গ্রাহকে 700J তাপ বর্জন করে। তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[CUET'14-15, 13-14, 10-11, 08-09; IUT'10-11]**

(a) 450 K (b) 280 K
(c) 0 K (d) None of these ⓑ

Solⁿ: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{1250}{700} = \frac{500}{T_2} \therefore T_2 = 280K$

12. 127°C এবং 427°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত একটি ইঞ্জিনের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দক্ষতা কত হবে? **[CUET'15-16, RUET'13-14, BUTEX'13-14, BUET'10-11, 09-10, 06-07]**

(a) 48% (b) 42%
(c) 29.74% (d) 70.25% ⓑ

Solⁿ: $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

$= \left(1 - \frac{400}{700}\right) \times 100\% = 42.86\%$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি কার্নো ইঞ্জিন 800 K তাপমাত্রার তাপ উৎস হতে তাপ গ্রহণ করে 500 K তাপমাত্রার তাপ গ্রাহকে তাপ ছাড়ে। প্রথম ইঞ্জিনের বর্জিত তাপ আরেকটি কার্নো ইঞ্জিন 500 K তাপমাত্রা হতে গ্রহণ করে 300 K তাপমাত্রার তাপ গ্রাহকে ছাড়ে। প্রথম ইঞ্জিনের গৃহীত তাপ 1200 J। দুটি ইঞ্জিনের প্রতি চক্রে কৃতকাজ ও পুরো সিস্টেমের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর। **[BUET'25-26]**

Solⁿ: প্রথম ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$

$\Rightarrow Q_2 = Q_1 \frac{T_2}{T_1} = 1200 \times \frac{500}{800} = 750 J$

$\therefore$ প্রথম ইঞ্জিনের কৃতকাজ, $W_1 = Q_1 - Q_2$

$= 1200 - 750 = 450 J$

দ্বিতীয় ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_3}{T_3}$

$\Rightarrow Q_3 = Q_2 \frac{T_3}{T_2} = 750 \times \frac{300}{500} = 450 J$

$\therefore$ দ্বিতীয় ইঞ্জিনের কৃতকাজ, $W_2 = Q_2 - Q_3$

$= 750 - 450 = 300 J$ **(Ans.)**

$\therefore$ পুরো সিস্টেমের কর্মদক্ষতা,

$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_1} = 1 - \frac{300}{800} = 0.625 = 62.5\%$ **(Ans.)**

02. একটি তাপ ইঞ্জিনের $\eta = 37\%$, তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা $T_2 = 8°C$, উৎসের তাপমাত্রা T_1 এর মান কত বৃদ্ধি করলে $\eta = 62\%$ হবে? **[KUET'25-26; BUET'21-22; BUTEX'18-19; CUET'11-12; SUST'10-11; RUET'07-08]**

Solⁿ: $\eta_b = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - 0.37$

$\therefore T_1 = \frac{281}{0.63} = 446.032K$

আবার,

$\eta' = 1 - \frac{T_2}{T_1 + x} \Rightarrow 0.62 = 1 - \frac{281}{446.032 + x}$

$\therefore x = 293.442K$ **(Ans.)**

03. একটি কার্নো ইঞ্জিনের সিঙ্কের তাপমাত্রা 20°C এবং এর দক্ষতা 30%। 50% দক্ষতা অর্জনের জন্য উৎসের তাপমাত্রা কত বাড়াতে হবে? এখানে সিঙ্কের তাপমাত্রা স্থির থাকবে। **[BUTEX'25-26; MIST'22-23]**

Solⁿ: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0.3 = 1 - \frac{293}{T_1}$

$\therefore T_1 = 418.57 K$

উৎসের নতুন তাপমাত্রা T_1' হলে, $0.5 = 1 - \frac{293}{T_1'}$

$\therefore T_1' = 586 K$

$\therefore$ উৎসের তাপমাত্রা বাড়াতে হবে $= T_1' - T_1$

$= 586 - 418.57$

$= 167.43 K$ **(Ans.)**

04. একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা যথাক্রমে 500K ও 375K। যদি ইঞ্জিনটি প্রতি চক্রে 252×10^4 J তাপ শোষণ করে তবে, (i) ইঞ্জিনের দক্ষতা; (ii) প্রতি চক্রে কাজের পরিমাণ ও (iii) প্রতি চক্রে বর্জিত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[CUET'24-25; IUT'11-12; RUET'08-09; BUET'03-04, 01-02; BUTEX'02-03]**

এখানে,
$T_1 = 500$ K
$T_2 = 375$ K
$Q_1 = 252 \times 10^4$ J

Sol^n: (i) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{375}{500}$

$= 0.25 = 25\%$ **(Ans.)**

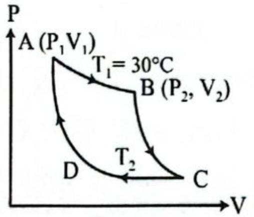
(ii) $\eta = \frac{W}{Q_1}$

$\therefore W = \eta \times Q_1$
$= (0.25 \times 252 \times 10^4)$
$= 6.3 \times 10^5$ J **(Ans.)**

(iii) $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$\therefore Q_2 = \frac{375}{500} \times 252 \times 10^4$
$= 1.89 \times 10^6$ J **(Ans.)**

05. একটি কার্নো ইঞ্জিনের প্রতি স্তরে সংকোচন বা প্রসারণের অনুপাত 1 : 2 । এতে কার্যনির্বাহক বস্তু হিসেবে 3 mol দ্বিপারমাণুক গ্যাস ব্যবহার করা হলো। [দ্বিপারমাণুক গ্যাসের, $\gamma = 1.4$] । কার্নো চক্রের লেখটি হতে A থেকে B বিন্দুতে কৃতকাজ হিসাব করো। **[MIST'23-24]**



চিত্র-ক

Sol^n: চিত্রে A থেকে B হচ্ছে সমোষ্ণ প্রসারণ।

আমরা জানি, সমোষ্ণ প্রসারণের জন্য কৃতকাজ

$W = nRT \ln\frac{V_2}{V_1} = 3 \times 8.314 \times 303 \times \ln\frac{2V_1}{V_1}$
$= 5238.41$J

06. একটি প্রত্যাবর্তী ইঞ্জিন তাপের 1/6th অংশকে কাজে রূপান্তর করে। যখন উৎসের তাপমাত্রা ঠিক রেখে গ্রাহকের তাপমাত্রা 62°C কমানো হয়, তখন ইঞ্জিনের দক্ষতা দ্বিগুণ হয়। গ্রাহক এর তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[BUET'19-20; RUET'12-13, 09-10, KUET'03-04]**

Sol^n: ধরি, গ্রাহকের তাপমাত্রা T_2 ও উৎসের তাপমাত্রা T_1।

এখন, $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{1}{6} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

আবার, $\frac{2}{6} = 1 - \frac{T_2 - 62}{T_1}$

$\Rightarrow \frac{1}{3} = 1 - \frac{T_2}{T_1} + \frac{62}{T_1}$

$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{1}{6} + \frac{62}{T_1}$

$\therefore T_1 = 372$ K $= 99°C$ এবং $T_2 = 310K = 37°C$

$\therefore$ গ্রাহকের তাপমাত্রা 37°C। **(Ans.)**

07. একটি কার্নো চক্রের দক্ষতা $\frac{1}{6}$। তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 70°C কমানোর ফলে দক্ষতা হয় $\frac{1}{3}$। কার্নোর চক্রটি এখন কোন প্রারম্ভিক এবং চূড়ান্ত তাপমাত্রাদ্বয়ে কার্যরত? **[BUTEX'19-20; BUET'02-03]**

Sol^n: $\frac{1}{6} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ ……… (i)

$\frac{1}{3} = 1 - \frac{T_2 - 70}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} + \frac{70}{T_1} = \frac{1}{6} + \frac{70}{T_1}$ [from (i)]

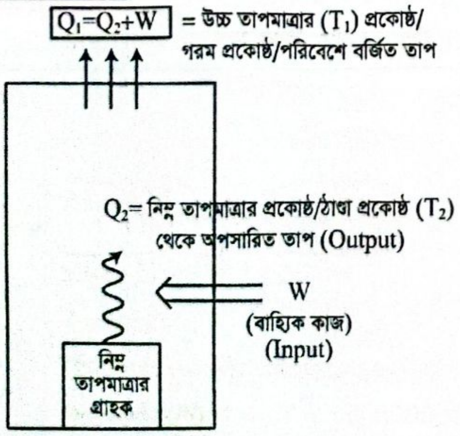
$\therefore \frac{70}{T_1} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6}$ $\therefore T_1 = 420K$

$\therefore T_2 = T_1\left(1 - \frac{1}{6}\right) = 350K$

$\therefore$ বর্তমানে প্রারম্ভিক তাপমাত্রা 420K ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা $(350 - 70)K = 280K$ **(Ans.)**

T-12: রেফ্রিজারেটর

কনসেপ্ট রিভিউ


$Q_1 = Q_2 + W$ = উচ্চ তাপমাত্রার (T_1) প্রকোষ্ঠ/ গরম প্রকোষ্ঠ/পরিবেশে বর্জিত তাপ
Q_2= নিম্ন তাপমাত্রার প্রকোষ্ঠ/ঠাণ্ডা প্রকোষ্ঠ (T_2) থেকে অপসারিত তাপ (Output)
W
(বাহ্যিক কাজ)
(Input)
নিম্ন তাপমাত্রার গ্রাহক

কার্য সম্পাদন সহগ,

$$COP = \frac{Output}{Input}$$
$$= \frac{Q_2}{W}$$
$$= \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$
$$= \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$ [প্রত্যাবর্তী হলে]

- ◆ COP-কে K দ্বারাও প্রকাশ করা হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন রেফ্রিজারেটর 700 J তাপ তাপাধারে বর্জন করে এবং ঠান্ডা প্রকোষ্ঠ থেকে 400 J তাপ অপসারণ করলে কার্য সম্পাদন সহগ কত? **[BUET'21-22]**

(a) 1.83 (b) 1.15
(c) 0.55 (d) 1.33 ⓓ

Sol^n: $K = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$

$= \frac{400}{700-400} = \frac{4}{3} = 1.33$

02. একটি রেফ্রিজারেটরের কার্যকৃত সহগ হলো 4.6। ঠান্ডা প্রকোষ্ট থেকে প্রতিচক্রে 250 J অপসারণ করলে প্রতিচক্রে কৃতকাজের পরিমাণ কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 46J (b) 48J
(c) 50J (d) 54J ⓓ

Sol^n: কার্যকৃত সহগ, $K = \frac{Q_2}{W}$

$\Rightarrow W = \frac{Q_2}{K} = \frac{250}{4.6}$

$= 54.35\ J \approx 54\ J$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. রেফ্রিজারেটর 0°C ও 27°C এর মধ্যে কাজ করে। 0°C এর 1kg পানি 0°C এর বরফে পরিণত করতে কত কাজ করতে হবে? **[BUET'23-24]**

Sol^n: $K = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{273}{300-273} = 10.111$

$K = \frac{Q_2}{W}$

$\Rightarrow W = \frac{Q_2}{K} = \frac{ml_f}{K} = \frac{1 \times 336000}{10.111} J = 33230.77\ J$ **(Ans.)**

02. একটি ফ্রিজের মোটরের ক্ষমতা 200 W। যদি ঠান্ডা প্রকোষ্ঠের তাপমাত্রা 270 K এবং বাহিরের তাপমাত্রা 300 K হয় তাহলে 100 min এ ঠান্ডা প্রকোষ্ঠ থেকে সর্বোচ্চ কী পরিমাণ তাপ পাওয়া যাবে? **[BUTEX'01-02]**

Sol^n: এখানে, $T_1 = 300K, T_2 = 270K$

$K = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{270}{300-270} = 9$

$\Rightarrow \frac{Q_2}{Pt} = 9$

$\Rightarrow Q_2 = (9 \times 200 \times 100 \times 60)$

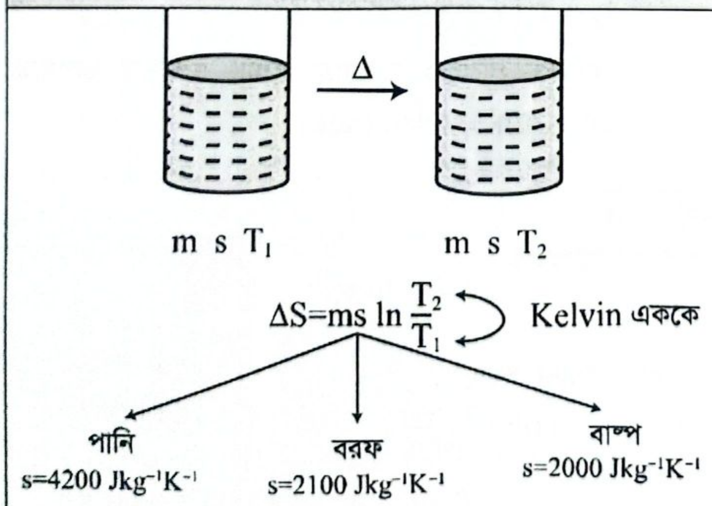
$= 1.08 \times 10^7\ J$ **(Ans.)**

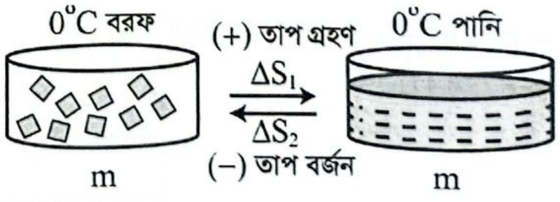
T-13: এনট্রপি

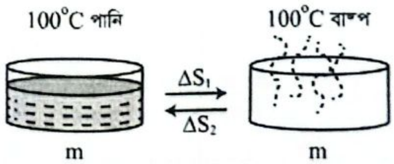
কনসেপ্ট রিভিউ

$dS = \frac{dQ}{T} \Rightarrow \Delta S = \int \frac{dQ}{T}$ [একক JK^{-1}]

প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায়: $\Delta S = 0$ এবং অপ্রত্যাবর্তী এবং স্বতঃস্ফুর্ত প্রক্রিয়ায়: $\Delta S = (+)ve$, অপ্রত্যাবর্তী ও অস্বতঃস্ফুর্ত প্রক্রিয়ায়: $\Delta S = (-)ve$

<table>
<tr><th>তাপমাত্রার পরিবর্তন</th><th>ভৌত অবস্থার পরিবর্তন</th></tr>
<tr><td rowspan="2">


</td><td>
বরফ গলন:


$\Delta S_1 = \frac{ml_f}{T_f}; \Delta S_2 = -\frac{ml_f}{T_f}$
এখানে, $T_f = 0°C = 273\ K$
l_f = বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ = 336000 Jkg^{-1}
</td></tr>
<tr><td>
বাষ্পীভবন:


$\Delta S_1 = \frac{ml_v}{T_v}; \Delta S_2 = \frac{-ml_v}{T_v}$
l_v = বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ
= 2268000 Jkg^{-1} $T_v = 100°C = 373K$
</td></tr>
</table>

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 2 kg পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 100°C এ নিতে এনট্রপির পরিবর্তন কত? **[RUET'25-26; KUET'24-25; BUET'11-12]**

(a) $1745.903\ \mathrm{JK}$ (b) $1745.903\ \mathrm{JK^{-1}}$
(c) $1744.903\ \mathrm{JK^{-1}}$ (d) $1746.903\ \mathrm{JK^{-1}}$ ⓑ

Solⁿ: এন্ট্রপির পরিবর্তন, $\Delta s = mS\ln\frac{T_2}{T_1}$

$$= 2 \times 4200 \ln\left(\frac{373}{303}\right)$$

$$= 1745.903\ \mathrm{JK^{-1}}$$ **(Ans.)**

02. 10 kg ভরের 0°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C এ নিয়ে গেলে এনট্রপির পরিবর্তন কত? **[BUET'23-24]**

(a) $4.12\ \mathrm{kJK^{-1}}$ (b) $8.63\ \mathrm{kJK^{-1}}$
(c) $12.15\ \mathrm{kJK^{-1}}$ (d) $13.11\ \mathrm{kJK^{-1}}$ ⓓ

Solⁿ: $\Delta S = ms\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 10 \times 4200 \times \ln\left(\frac{373}{273}\right)$

$$= 13108.48\mathrm{JK^{-1}} \approx 13.11\mathrm{kJK^{-1}}$$

03. কোনটির এনট্রপি সর্বোচ্চ? **[BUET'23-24]**

(a) কঠিন পদার্থ (b) তরল পদার্থ
(c) গ্যাসীয় পদার্থ (d) প্লাজমা ⓓ

04. জনাব রফিক 255 gm ভরের এবং 0°C তাপমাত্রার একখণ্ড বরফ একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দিল। মাটিতে পড়ার পর শক্তির সংরক্ষণ নীতির কারণে বরফ খণ্ডটি 10% গলে গেল। এই বরফ খণ্ডটিকে যদি 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে চাই, তবে সেখানে এন্ট্রপির পরিবর্তন কত হবে? (বরফ গলনের সুপ্ততাপ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $3360\ \mathrm{kJkg^{-1}K^{-1}}$ এবং $4.2\ \mathrm{kJ\ kg^{-1}K^{-1}}$) **[CKRUET'23-24]**

(a) $2150.16\ \mathrm{JK^{-1}}$ (b) $2193.04\ \mathrm{JK^{-1}}$
(c) $2195.04\ \mathrm{JK^{-1}}$ (d) $1514.74\ \mathrm{JK^{-1}}$
(e) $1822.5\ \mathrm{JK^{-1}}$

Solⁿ: (সঠিক উত্তর নেই); গলে না যাওয়া বরফের পরিমাণ, $m = 90\%\,(255\ \mathrm{gm}) = 0.2295\ \mathrm{kg}$

0°C Ice → 0°C Water:	0°C Water → 100°C Water:	100°C Water → 100°C Steam:
$\Delta S_1 = \frac{ml_f}{T}$	$\Delta S_2 = ms\ln\frac{T_2}{T_1}$	$\Delta S_3 = \frac{ml_V}{T}$
$= \frac{0.2295\times336\times10^3}{273}$	$= 0.2995 \times 4200 \times \ln\frac{373}{273}$	$= \frac{0.2995\times2268000}{373}$
$= 282.462\ \mathrm{JK^{-1}}$	$= 300.8396\ \mathrm{JK^{-1}}$	$= 1395.4584\ \mathrm{JK^{-1}}$

সুতরাং, পুরো প্রক্রিয়ায় মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন,

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 1978.76\ \mathrm{JK^{-1}}$$

প্রদত্ত option গুলোতে সঠিক উত্তর নেই। তবে যদি খণ্ডটিকে ফেলে দেওয়ার আগের ভর অর্থাৎ সম্পূর্ণ ভর 255 gm বিবেচনা করা হয় তবে একই নিয়মে সমাধান করে মোট এন্ট্রপির পরিবর্তন পাওয়া যায় 2198.62 J।

05. −10°C তাপমাত্রার 10 gm বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 0.5\ \mathrm{cal^{-1}K^{-1}}.5$ এবং বরফ গলনের সুপ্ত তাপ = 80 cal/gm. **[CKRUET'21-22, 20-21; BUET'13-14; CUET'08-09]**

(a) 0.373 cal/K (b) 0.1866 cal/K
(c) 0.0373 cal/K (d) 2.930 cal/K
(e) 3.120 cal/K ⓔ

Solⁿ: $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$

$$= m_{ice}s_{ice}\ln\frac{273}{263} + \frac{m_{ice}l_f}{273}$$

$$= 10\left(0.5\ln\frac{273}{263} + \frac{80}{273}\right)\mathrm{cal/K}$$

$$= 3.11699\ \mathrm{cal/K}$$

$$= 3.12\ \mathrm{cal/K}$$

06. 20°C তাপমাত্রার 20kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বাষ্পীভবনের সুপ্ত তাপ $= 2.26 \times 10^6\ \mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}}$] **[KUET'17-18]**

(a) $1.41 \times 10^5\mathrm{JK^{-1}}$ (b) $1.26 \times 10^6\mathrm{JK^{-1}}$
(c) $141.46\mathrm{JK^{-1}}$ (d) $1.7 \times 10^6\mathrm{ergK^{-1}}$
(e) $1.38 \times 10^3\mathrm{JK^{-1}}$ ⓐ

Solⁿ: $\Delta S = msln\frac{T_2}{T_1} + \frac{ml_v}{T_2} = 1.41 \times 10^5\mathrm{JK^{-1}}$

07. 100°C তাপমাত্রার 1 kg পানিকে 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 336000\ \mathrm{Jkg^{-1}}$ এবং পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\ \mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}}$] **[KUET'16-17]**

(a) $-2541.6\ \mathrm{JK^{-1}}$ (b) $-1310.85\mathrm{JK^{-1}}$
(c) $-1230.77\mathrm{JK^{-1}}$ (d) $1230.77\mathrm{JK^{-1}}$
(e) $2541.6\mathrm{JK^{-1}}$ ⓐ

Solⁿ: $\Delta S = ms\ln\frac{273}{373} - \frac{ml_f}{273} = -2541.6\ \mathrm{JK^{-1}}$

08. 100°C তাপমাত্রার 1gm পানি ও 100°C তাপমাত্রার 1gm জলীয় বাষ্পের 1 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এনট্রপির পার্থক্য কত? [100°C তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের সুপ্ততাপ = 540 cal/gm] **[KUET'15-16]**

(a) −1.45 cal/K (b) 1.45 cal/K
(c) 540 cal/K (d) 1.98 cal (e) 5.4 cal ⓑ

Solⁿ: $\Delta Q = ml_v = 540\ \mathrm{cal}$

$$\therefore \Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{540}{373} = 1.45\ \mathrm{cal\ K^{-1}}$$

09. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন: **[CUET’13-14]**
(a) কম (b) বাড়ে
(c) শূন্য (d) None of these ⓒ

10. সীসার গলনাঙ্ক 327°C এবং সীসা গলনের লীন তাপ 5.86cal/gm হইলে 4gm-mol সীসা গলাতে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [সীসার পারমাণবিক ওজন 207] **[CUET’13-14]**
(a) $8.1\ \mathrm{calK^{-1}}$ (b) $1.38\ \mathrm{calK^{-1}}$
(c) $14.8\ \mathrm{calK^{-1}}$ (d) None of these ⓐ

Solⁿ: $\Delta S = \frac{ml_f}{T} = \frac{5.86\times4\times207}{(273+327)} = 8.1\ \mathrm{calK^{-1}}$

11. যখন 10 g পানিকে 0°C থেকে 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয় তখন এনট্রপির পরিবর্তন হবে- **[BUET’10-11]**
(a) $5.43\ \mathrm{calK^{-1}}$ (b) $2.83\ \mathrm{calK^{-1}}$
(c) $1.37\ \mathrm{calK^{-1}}$ (d) $10.58\ \mathrm{calK^{-1}}$ ⓒ

Solⁿ: $\Delta S = ms\ln\frac{T_2}{T_1}$

$= 10\times10^{-3}\times4200\times\ln\frac{313}{273}$

$= 5.743\ \mathrm{JK^{-1}} = 1.37\mathrm{calK^{-1}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 0°C তাপমাত্রার 1 kg বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা হলো। এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর। **[MIST’24-25; BUTEX’19-20]**

Solⁿ: $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$

$= \frac{ml_f}{T_1} + ms\ln\frac{T_2}{T_1} + \frac{ml_v}{T_2}$

$= 1\left(\frac{336000}{273} + 4200\times\ln\frac{373}{273} + \frac{2260000}{373}\right)$

$= 8600.6\ \mathrm{JK^{-1}}$ **(Ans.)**

02. একটি পাত্রে রক্ষিত 2 gm অক্সিজেন গ্যাসকে ধীরে ধীরে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রসারিত করে আয়তন তিনগুণ করা হল। প্রসারণের ফলে গ্যাসটির এন্ট্রপির পরিবর্তন কত হবে? **[BUTEX’22-23]**

Solⁿ: আমরা জানি, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $\Delta U = 0$

$\therefore Q = W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$n = \frac{2}{32} = 0.0625\ \mathrm{mol}$; $R = 8.314\ \mathrm{JK^{-1}\,mol^{-1}}$

$\therefore$ এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{nRT\ln\frac{V_2}{V_1}}{T} = nR\ln(3)$

$\left[\frac{V_2}{V_1} = \frac{3V_1}{V_1} = 3\right]$ $\therefore \Delta S = 0.571\ \mathrm{JK^{-1}}$ **(Ans.)**

03. একটি ইলেকট্রিক কেটলির সাহায্যে 2 kg পানির তাপমাত্রা 25°C থেকে 80°C এ উন্নীত করলে এনট্রপির পরিবর্তন বের কর। পানির আপেক্ষিক তাপ: $4200\ \mathrm{Jkg^{-1}K^{-1}}$. **[BUET’20-21]**

Solⁿ: এখানে,

$T_1 = (273+25)\mathrm{K} = 298\mathrm{K}$

$T_2 = (273+80)\mathrm{K} = 353\mathrm{K}$

$\therefore$ এনট্রপির পরিবর্তন, $\Delta S = ms\ln\frac{T_2}{T_1}$

$= \left(2\times4200\times\ln\frac{353}{298}\right)\mathrm{JK^{-1}}$

$= 1422.75\ \mathrm{JK^{-1}}$ **(Ans.)**

05. এনট্রপি বলতে কী বুঝ? 100°C তাপমাত্রার 4 kg পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা হল। এনট্রপির বৃদ্ধি বের কর। **[BUET’17-18]**

Solⁿ: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় যে তাপগতীয় চলরাশিটি ধ্রুব থাকে তাকে এনট্রপি বলে।

দেওয়া আছে, $m = 4\mathrm{kg}$, $l_v = 2268000\ \mathrm{Jkg^{-1}}$,

$T = 100°\mathrm{C} = 373\mathrm{K}$, $Q = ml_v$

এনট্রপির পরিবর্তন

$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{4\times2268000}{373} = 24321.716\ \mathrm{JK^{-1}}$ **(Ans.)**

T-14: ক্যালরিমিতির মূলনীতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ
- দুইটি বস্তুর ভর, আপেক্ষিক তাপ ও তাপমাত্রা যথাক্রমে m_1, s_1, θ_1 ও m_2, s_2, θ_2 হলে, সাম্যাবস্থায় উভয়ের মিশ্রণের তাপমাত্রা যদি θ হয়, তাহলে, $m_1s_1(\theta_1-\theta) = m_2s_2(\theta-\theta_2)$ [এখানে, $\theta_2 < \theta < \theta_1$]
- মিশ্রণে দশার পরিবর্তন হলে গৃহীত তাপে দশা পরিবর্তনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপশক্তি/সুপ্ততাপ যোগ করতে হবে।
- গলনের ক্ষেত্রে: $Q = ml_f$; $l_f = 336000\ \mathrm{Jkg^{-1}}$
- বাষ্পীভবনের ক্ষেত্রে: $Q = ml_V$; $l_V = 2268000\ \mathrm{Jkg^{-1}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 1.0 ক্যালরি তাপ দ্বারা কত জুল (J) কাজ করা যায়? **[SUST'25-26]**

(a) 4.2 J (b) 8.4 J (c) 2.4 J (d) 1.2 J ⓐ

Sol^n: 1 ক্যালরি (cal) = 4.2 জুল (J)

02. 10gm পানির তাপমাত্রা 4°C হতে 14° C করতে কত ক্যালরি তাপ লাগবে? **[BUET'24-25]**

(a) 100 cal (b) 99 cal
(c) 420 cal (d) 1000 cal ⓐ

Sol^n: $s = 1\ \text{cal gm}^{-1}\ {}^\circ\text{C}^{-1}$

$\therefore Q = ms\Delta\theta$

$= 10 \times 1 \times (14 - 4)$

$= 100$ cal

03. একটি 300 gm এর সীসার ব্লক যার আপেক্ষিক তাপধারণ ক্ষমতা $100\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$। সীসার ব্লকটিকে 50°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। এরপর সীসার ব্লকটিকে 30°C তাপমাত্রার অপরিবাহী বীকারে ফেলে দেওয়া হয়। পানি ও বীকারের তাপধারণ ক্ষমতা $300\ \text{JK}^{-1}$। সীসার ব্লক এবং পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় করো। **[KUET'24-25]**

(a) 31.81°C (b) 32.3°C
(c) 41.0°C (d) 35.3°C
(e) 33.3°C ⓐ

Sol^n: $m_1 s_1 \Delta\theta = c_2 \Delta\theta$

$\Rightarrow 0.3 \times 100 \times (50 - \theta) = 300(\theta - 30)$

$\Rightarrow 30 \times (50 - \theta) = 300(\theta - 30)$

$\Rightarrow 50 - \theta = 10(\theta - 30)$

$\Rightarrow 50 - \theta = 10\theta - 300$

$\Rightarrow 11\theta = 350$

$\therefore \theta = 31.818^\circ\text{C}$

04. An immersion heater of 100 W can raise the temperature of 1 liter of water from 30°C to 40°C in 7 minutes. Determine the value of the mechanical equivalent of heat. (একটি 100 W ক্ষমতাসম্পন্ন হিটার 1 লিটার পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত 7 মিনিটে বাড়াতে পারে। তাপের যান্ত্রিক সমতা নির্ণয় কর।) **[IUT'22-23]**

(a) $4.2\ \text{J cal}^{-1}$ (b) $4.3\ \text{J cal}^{-1}$
(c) $4.4\ \text{J cal}^{-1}$ (d) $4.5\ \text{J cal}^{-1}$ ⓐ

Sol^n: $W = JQ \Rightarrow J = \frac{W}{Q} = \frac{Pt}{ms\Delta\theta}$

$= \frac{100 \times 7 \times 60}{1000 \times 1 \times 10} = 4.2\ \text{Jcal}^{-1}$

05. Two 10 cm long aluminum rods and five 8 cm long steel rods are at 5°C temperature and are joined together to form a 60 cm long rod. What is the increase in the length of the joined rod when the temperature is raised to 80°C? (Use a coefficient of linear expansion for aluminum = $2.4 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1}$ and coefficient of linear expansion for steel $= 1.2 \times 10^{-5}\text{K}^{-1}$(5°C তাপমাত্রায় দুটি 10 cm দীর্ঘ অ্যালুমিনিয়ামের দণ্ড এবং পাঁচটি 8 cm দীর্ঘ ইস্পাতের দণ্ড একত্রে যুক্ত হয়ে একটি 60 cm দীর্ঘ দণ্ড তৈরি করে। তাপমাত্রা 80°C এ উন্নীত করা হলে সংযুক্ত দণ্ডটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত হবে? (অ্যালুমিনিয়ামের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $= 2.4 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1}$ এবং ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $= 1.2 \times 10^{-5}\text{K}^{-1}$) **[IUT'20-21]**

(a) 0.3 mm (b) 0.5 mm
(c) 1.8 mm (d) 0.72 mm ⓓ

Sol^n: $\Delta L_1 = L_1 \alpha \Delta\theta$

$= (2 \times 10) \times 2.4 \times 10^{-5} \times (80 - 5)$ cm

$= 20 \times 2.4 \times 10^{-5} \times 75$ cm

$= 0.036$ cm $= 0.36$ mm

$\therefore \Delta L_2 = L_2\ \alpha\ \Delta\theta$

$= (8 \times 5) \times 1.2 \times 10^{-5} \times (80 - 5)$ cm

$= 0.36$ mm

$\therefore \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 0.72$ mm

06. A student wants to cool 250 g of diet 7up initially at 27 °C by adding ice initially at −18° C. How much ice should he add so that the final temperature will be 0°C with all the ice melted? Assume that the container is not taking any heat and specific heat of 7-up is $4186\ \text{Jkg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$. Specific heat of fusion $= 2000\ \text{Jkg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$ and latent heat of ice $= 3.34 \times 10^5\ \text{Jkg}^{-1}$. (একজন শিক্ষার্থী 250 g ডায়েট 7up যার প্রাথমিক তাপমাত্রা 27°C, সেটিকে ঠান্ডা করতে −18°C এর বরফ যোগ করতে চায়। কত পরিমাণ বরফ যোগ করা উচিত যাতে সব বরফ গলে যায় এবং চূড়ান্ত তাপমাত্রা হয় 0°C? ধরো যে, পাত্রটি কোনো তাপ শোষণ বা নিঃসরণ করছে না। ডায়েট 7up-এর আপেক্ষিক তাপ $= 4186\ \text{Jkg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$ বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2000\ \text{Jkg}^{-1}{}^\circ\text{C}^{-1}$ বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 3.34 \times 10^5\ \text{Jkg}^{-1}$।) **[IUT'19-20]**

(a) 78.4 g (b) 73.4 g
(c) 77.5 g (d) 76.4 g ⓓ

Sol^n: $Q_{ice} = m_i s_i \Delta\theta_i + m_i l_f$

$= m_i(2000 \times 18 + 3.34 \times 10^5)$

$= m_i \times 3.7 \times 10^5$

$Q_{7up} = \left(\frac{250}{1000} \times 4186 \times 27\right) = 28255.5\,J$

$\Delta Q_{ice} = \Delta Q_{7up}$

$\therefore m_i = \frac{Q_{7up}}{3.70 \times 10^5} = 0.0764\,kg$

$= 76.4\,g$

07. Water has the specific heat 4.186 kJ/kg°C, a boilling point of 100°C, and a heat of vaporization of 2260kJ/kg. A sealed beaker contains 100g of water that is initially at 20°C. How much heat is required to bring the water to its boiling point? (পানির আপেক্ষিক তাপ 4.186 kJ/kg°C, স্ফুটন বিন্দু 100°C, এবং বাষ্পীকরণের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ হল 2260 kJ/kg। একটি সিল করা বীকারে 100 g জল রয়েছে, যার প্রাথমিক তাপমাত্রা 20°C। জলকে স্ফুটন বিন্দুতে পৌঁছাতে কত পরিমাণ তাপ প্রয়োজন?) **[IUT'18-19]**

(a) 30kJ (b) 33kJ

(c) 226kJ (d) 230kJ ⓑ

Sol^n: $Q = ms\Delta\theta = (0.1 \times 4.186 \times 80)$

$= 33.5kJ \approx 33kJ$

08. Ice, which has a temperature of 0°C, is added to 500 gm of water that has a temperature of 100°C. Ice is continually added to the system until it has all melted and no more ice will melt. What is the temperature of the water in the system?

(0°C তাপমাত্রার বরফ 500 gm পানিতে যোগ করা হয় যার তাপমাত্রা 100°C। বরফ ক্রমাগত যোগ করা হয় যতক্ষণ না তা গলে যায় এবং আর কোনো বরফ গলে না। সিস্টেমে পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে?) **[IUT'18-19]**

(a) 50°C (b) 4°C (c) 4.184° (d) 0°C ⓓ

Sol^n: General logic: As no more ice will melt, temperature will be 0°C.

09. 100kg তামার তাপমাত্রা 100°C বাড়লে এর ভর কত বাড়বে? [তামার আপেক্ষিক তাপ = 0.389°kJ/kg. K] **[BUTEX'16-17]**

(a) 5.33×10^{-11}kg (b) 4.33×10^{10}kg

(c) 4.33×10^{-11}kg (d) 6.5×10^{-11}kg ⓒ

Sol^n: $E = \Delta mc^2; E = ms\Delta\theta; m = 100kg$

$\Delta mc^2 = ms\Delta\theta$

$\therefore \Delta m = \frac{ms\Delta\theta}{c^2} = 4.33 \times 10^{-11}kg$

10. 1 kg বরফের তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ কত হবে? **[BUTEX'15-16]**

(a) 4200 J (b) 2100 J

(c) 210 J (d) 336000 J ⓑ

Sol^n: $Q = ms\Delta\theta = (1 \times 2100 \times 1)J = 2100J$

11. 0.5kg ভরের ও 0°C তাপমাত্রার বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপ প্রয়োজন? **[RUET'14-15, 13-14; KUET'13-14]**

(a) 1.511×10^5J (b) 15.12×10^5J

(c) 1.151×10^5J (d) 16.15×10^5J

(e) None

Sol^n: $Q = ml_f + ms\Delta\theta + ml_v = 1.512 \times 10^6J$

12. A 6×10^2g sample of water at 90°C is mixed with 4.00×10^2g of water at 22°C. Assume no heat loss at the surroundings. What is the final temperature of this mixture? (90°C তাপমাত্রার 6×10^2g পানিকে 22°C তাপমাত্রার 4.00×10^2g পানির সাথে মিশ্রিত করা হয়। ধরো আশেপাশের পরিবেশে কোনো তাপ বিনিময় হয়নি। এই মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে?) **[IUT'14-15]**

(a) 66.8°C (b) 62.8°C

(c) 42.5°C (d) 52.8°C

Sol^n: $m_1 s\Delta\theta_1 = m_2 s\Delta\theta_2$

$6 \times 10^2 \times (90 - \theta)$

$= 4 \times 10^2 \times (\theta - 22)$

$\Rightarrow \theta = 62.8°C$

13. Liquid helium has a very low boiling point 4.2K as well as low latent heat of vaporization, equal to $2.09 \times 10^4 Jkg^{-1}$. What is the boiling time for 2 kg of liquid helium by a 100W heater? (তরল হিলিয়ামের স্ফুটন বিন্দু 4.2 K, এবং এর বাষ্পীকরণের সুপ্ত তাপ হল $2.09 \times 10^4 Jkg^{-1}$। একটি 100 W হিটার দ্বারা 2 kg তরল হিলিয়াম ফুটাতে কত সময় লাগবে?) **[IUT'14-15]**

(a) 6.97 min (b) 5.92 min

(c) 6.35 min (d) 6.57 min

Sol^n: $P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{ml_v}{t}$

$\Rightarrow t = \frac{ml_v}{P} = \frac{2 \times 2.09 \times 10^4}{100} = 418\,s = 6.97\,min$

14. গরম বস্তু ঠান্ডা করতে কোনটি অধিক উপযোগী? **[BUET'12-13]**

(a) শীতল বাতাস (b) শীতল পানি

(c) বরফ (d) সবগুলো সমান

Sol^n: পানির আপেক্ষিক তাপ বেশি হওয়ায় গরম বস্তু ঠান্ডা করতে পানি উপযোগী।

15. একটি গ্লাস হতে 250 mL পানি 1.25 L পানি ভর্তি একটি পাত্রে ঢালা হল। গ্লাস ও পাত্রের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 80°C এবং 20°C হলে তাদের মেশানোর পর পানির তাপমাত্রা কত হবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) 25° C (b) 30° C
(c) 35° C (d) 40° C ⓑ

Sol

Sol^n: ধরি, মিশ্রণের তাপমাত্রা = θ

$m_1s(80-\theta) = m_2s(\theta-20)$

$\Rightarrow V_1(80-\theta) = V_2(\theta-20)$

$\Rightarrow 0.25(80-\theta) = 1.25(\theta-20)$

$\therefore \theta = 30°C$

16. When 5 litre water is heated by a 500 W immersion electric water for 7 minutes the temperature of water is raised from 30° C to 40°C. What is mechanical equivalent of heat? (5 litre পানি একটি 500 W ইলেকট্রিক হিটারের মাধ্যমে 7 মিনিট গরম করার ফলে পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়। তাপের যান্ত্রিক সমতার মান কত?) **[IUT'11-12]**

(a) $4.2JC^{-1}$ (b) $3.2JC^{-1}$
(c) $6.2JC^{-1}$ (d) $5.2JC^{-1}$ ⓐ

Sol^n: $J = \frac{W}{Q} = \frac{pt}{ms\Delta\theta}$

$\Rightarrow J = \frac{(500\times7\times60)J}{(5\times1000\times10)\ cal}$

$\therefore J = 4.2\ J\ cal^{-1}$

17. পানিকে 7°C থেকে 1°C এ ঠাণ্ডা করলে কী ঘটে?

(a) এটি শুধুমাত্র সংকোচিত হয় **[BUET'10-11]**
(b) এটি শুধুমাত্র প্রসারিত হয়
(c) এটি প্রথমে সংকোচিত হয় এবং পরে প্রসারিত হয়
(d) এটি প্রথমে প্রসারিত হয়, তারপর সংকোচিত হয় এবং পরে আবার প্রসারিত হয় ⓒ

Sol^n: 7°C থেকে 4°C পর্যন্ত সংকুচিত হবে, 4°C থেকে 1°C পর্যন্ত প্রসারিত হবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. সমান ভরের তিনটি ভিন্ন তরল পদার্থ A, B, C এর তাপমাত্রা যথাক্রমে 12°,19°C এবং 28°C। A কে যদি B এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 16°C। B কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 23°C। A কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা কত হবে? **[BUET'20-21]**

Sol^n: ধরি, আপেক্ষিক তাপ, s_A, s_B, s_C

$Q_A = Q_B$

$\Rightarrow ms_A\Delta\theta_A = ms_B\Delta\theta_B$

$\Rightarrow s_A(16-12) = s_B(19-16)$

$\Rightarrow 4s_A = 3s_B \dots\dots\dots (i)$

আবার, $Q_B = Q_C$

$\Rightarrow s_B\Delta\theta'_B = s_C\Delta\theta_C$

$\Rightarrow s_B(23-19) = s_C(28-23)$

$\Rightarrow 4s_B = 5s_C \dots\dots\dots (ii)$

$\Rightarrow 4\times\frac{4}{3}s_A = 5s_C$

$\Rightarrow \frac{16}{3}s_A = 5s_C \Rightarrow \frac{s_A}{s_C} = 5\times\frac{3}{16} = \frac{15}{16}$

$Q_A = Q_C$

$\Rightarrow s_A(\theta-12)$

$= s_C(28-\theta)$

$\Rightarrow \frac{s_A}{s_C} = \frac{28-\theta}{\theta-12}$

$\Rightarrow \frac{15}{16} = \frac{28-\theta}{\theta-12}$

$\Rightarrow \theta = 20.258°C$

(Ans.)

02. 100°C তাপমাত্রায় 0.02 kg জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে −10°C তাপমাত্রায় পরিণত করতে কত তাপ বর্জন করতে হবে? বাষ্পের ঘনীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 2268000\ Jkg^{-1}$, বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$ এবং বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 336000\ Jkg^{-1}$ **[RUET'19-20]**

Sol^n: 100°C জলীয় বাষ্প $\xrightarrow{Q_1}$ 100°C পানি $\xrightarrow{Q_2}$ 0°C পানি $\xrightarrow{Q_3}$ 0°C বরফ $\xrightarrow{Q_4}$ −10°C বরফ

$Q_1 = ml_v = 0.02\times2268000 = 45360\ J$

$Q_2 = m_ws_w\Delta\theta = 0.02\times4200\times(100-0)$
$= 8400\ J$

$Q_3 = ml_f = 0.02\times336000 = 6720\ J$

$Q_4 = m_is_i\ \Delta\theta = 0.02\times2100\times10 = 420\ J$

∴ তাপ বর্জন করতে হবে

$Q = Q_1+Q_2+Q_3+Q_4 = 60900\ J$ **(Ans.)**

03. 10g ওজনের একটি লোহার পেরেককে কিছুক্ষণ একটি বার্নার শিখায় উত্তপ্ত করা হল। উত্তপ্ত পেরেকটিকে 10°C তাপমাত্রায় 100g পানিতে ডুবানো হল। এতে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 20°C হল। পানিতে ডুবানোর পূর্বে পেরেকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [লোহার আপেক্ষিক তাপমাত্রা = 0.11kcal/kg°C] **[BUET'16-17]**

Sol^n: ধরি, নির্ণেয় তাপমাত্রা θ°C; গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$\therefore 10\times0.11\times(\theta-20) = 100\times1\times(20-10)$

$\Rightarrow 1.1\theta - 22 = 1000$

$\therefore \theta = \frac{1022}{1.1} = 929.09°C$ **(Ans.)**

04. যদি 0°C তাপমাত্রায় 15 gm বরফকে 60°C তাপমাত্রায় 60 gm পানির সাথে মিশানো হয়, মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

Sol^n: ধরি, শেষ তাপমাত্রা = θ°C

$m_1l_f + m_1s(\theta-\theta_1)$

$= m_2s(\theta_2-\theta)$

$\Rightarrow 15\times336000$
$+15\times4200\times\theta$

$= 60\times4200\times(60-\theta)$

$\therefore \theta = 32°C$ **(Ans.)**

$\theta_1 = 0°C$

$\theta_2 = 60°C$

$m_1 = 15gm$

$m_2 = 60gm$

$s = 4200Jkg^{-1}K^{-1}$

$l_f = 336000\ Jkg^{-1}$

15. একটি গ্লাস হতে 250 mL পানি 1.25 L পানি ভর্তি একটি পাত্রে ঢালা হল। গ্লাস ও পাত্রের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 80°C এবং 20°C হলে তাদের মেশানোর পর পানির তাপমাত্রা কত হবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) 25° C (b) 30° C
(c) 35° C (d) 40° C ⓑ

Sol^n: ধরি, মিশ্রণের তাপমাত্রা = θ

$m_1 s(80-\theta) = m_2 s(\theta - 20)$
$\Rightarrow V_1(80-\theta) = V_2(\theta-20)$
$\Rightarrow 0.25(80-\theta) = 1.25(\theta-20)$
$\therefore \theta = 30°C$

16. When 5 litre water is heated by a 500 W immersion electric water for 7 minutes the temperature of water is raised from 30° C to 40°C. What is mechanical equivalent of heat?
(5 litre পানি একটি 500 W ইলেকট্রিক হিটারের মাধ্যমে 7 মিনিট গরম করার ফলে পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়। তাপের যান্ত্রিক সমতার মান কত?) **[IUT'11-12]**

(a) 4.2JC^{-1} (b) 3.2JC^{-1}
(c) 6.2JC^{-1} (d) 5.2JC^{-1} ⓐ

Sol^n: $J = \frac{W}{Q} = \frac{pt}{ms\Delta\theta}$
$\Rightarrow J = \frac{(500\times7\times60)\text{J}}{(5\times1000\times10)\text{ cal}}$
$\therefore J = 4.2\text{ J cal}^{-1}$

17. পানিকে 7°C থেকে 1°C এ ঠাণ্ডা করলে কী ঘটে? **[BUET'10-11]**

(a) এটি শুধুমাত্র সংকোচিত হয়
(b) এটি শুধুমাত্র প্রসারিত হয়
(c) এটি প্রথমে সংকোচিত হয় এবং পরে প্রসারিত হয়
(d) এটি প্রথমে প্রসারিত হয়, তারপর সংকোচিত হয় এবং পরে আবার প্রসারিত হয় ⓒ

Sol^n: 7°C থেকে 4°C পর্যন্ত সংকুচিত হবে, 4°C থেকে 1°C পর্যন্ত প্রসারিত হবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. সমান ভরের তিনটি ভিন্ন তরল পদার্থ A, B, C এর তাপমাত্রা যথাক্রমে 12°, 19°C এবং 28°C। A কে যদি B এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 16°C। B কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা হয় 23°C। A কে যদি C এর সাথে মেশানো হয় তাহলে তাপমাত্রা কত হবে? **[BUET'20-21]**

Sol^n: ধরি, আপেক্ষিক তাপ, s_A, s_B, s_C

$Q_A = Q_B$
$\Rightarrow ms_A\Delta\theta_A = ms_B\Delta\theta_B$
$\Rightarrow s_A(16-12) = s_B(19-16)$
$\Rightarrow 4s_A = 3s_B \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$
আবার, $Q_B = Q_C$
$\Rightarrow s_B\Delta\theta'_B = s_C\Delta\theta_C$
$\Rightarrow s_B(23-19) = s_C(28-23)$
$\Rightarrow 4s_B = 5s_C \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$
$\Rightarrow 4\times\frac{4}{3}s_A = 5s_C$
$\Rightarrow \frac{16}{3}s_A = 5s_C \Rightarrow \frac{s_A}{s_C} = 5\times\frac{3}{16} = \frac{15}{16}$

$Q_A = Q_C$
$\Rightarrow s_A(\theta-12)$
$= s_C(28-\theta)$
$\Rightarrow \frac{s_A}{s_C} = \frac{28-\theta}{\theta-12}$
$\Rightarrow \frac{15}{16} = \frac{28-\theta}{\theta-12}$
$\Rightarrow \theta = 20.258°C$
(Ans.)

02. 100°C তাপমাত্রায় 0.02 kg জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হয়ে −10°C তাপমাত্রায় পরিণত করতে কত তাপ বর্জন করতে হবে? বাষ্পের ঘনীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 2268000\text{ Jkg}^{-1}$, বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2100\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং বরফের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 336000\text{ Jkg}^{-1}$ **[RUET'19-20]**

Sol^n: 100°C জলীয় বাষ্প $\xrightarrow{Q_1}$ 100°C পানি $\xrightarrow{Q_2}$ 0°C পানি $\xrightarrow{Q_3}$ 0°C বরফ $\xrightarrow{Q_4}$ −10°C বরফ

$Q_1 = ml_v = 0.02\times2268000 = 45360\text{ J}$
$Q_2 = m_w s_w\Delta\theta = 0.02\times4200\times(100-0)$
$= 8400\text{ J}$
$Q_3 = ml_f = 0.02\times336000 = 6720\text{ J}$
$Q_4 = m_i s_i\,\Delta\theta = 0.02\times2100\times10 = 420\text{ J}$
∴ তাপ বর্জন করতে হবে
$Q = Q_1+Q_2+Q_3+Q_4 = 60900\text{ J}$ **(Ans.)**

03. 10g ওজনের একটি লোহার পেরেককে কিছুক্ষণ একটি বার্নার শিখায় উত্তপ্ত করা হল। উত্তপ্ত পেরেকটিকে 10°C তাপমাত্রায় 100g পানিতে ডুবানো হল। এতে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে 20°C হল। পানিতে ডুবানোর পূর্বে পেরেকের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। [লোহার আপেক্ষিক তাপমাত্রা = 0.11kcal/kg°C] **[BUET'16-17]**

Sol^n: ধরি, নির্ণেয় তাপমাত্রা θ°C; গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ
$\therefore 10\times0.11\times(\theta-20) = 100\times1\times(20-10)$
$\Rightarrow 1.1\theta - 22 = 1000$
$\therefore \theta = \frac{1022}{1.1} = 929.09°C$ **(Ans.)**

04. যদি 0°C তাপমাত্রায় 15 gm বরফকে 60°C তাপমাত্রায় 60 gm পানির সাথে মিশানো হয়, মিশ্রণের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

Sol^n: ধরি, শেষ তাপমাত্রা = θ°C
$m_1 l_f + m_1 s(\theta-\theta_1)$
$= m_2 s(\theta_2-\theta)$
$\Rightarrow 15\times336000$
$+15\times4200\times\theta$
$= 60\times4200\times(60-\theta)$
$\therefore \theta = 32°C$ **(Ans.)**

$\theta_1 = 0°C$
$\theta_2 = 60°C$
$m_1 = 15\text{gm}$
$m_2 = 60\text{gm}$
$s = 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$l_f = 336000\text{ Jkg}^{-1}$

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি প্লাটিনাম রোধ থার্মোমিটার 0°C তাপমাত্রায় 2.57Ω এবং 100°C তাপমাত্রায় 3.53Ω পাঠ দেয়। 33.3°C তাপমাত্রায় যন্ত্রটি কত পাঠ দিবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 2.5 Ω (b) 2.7 Ω (c) 2.9 Ω (d) 3.0 Ω

02. একটি 1500 W নিমজ্জিত হিটার 20 L পানিপূর্ণ পাত্রের তাপমাত্রা 20°C থেকে 40°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করতে কত সময় লাগবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 1080 s (b) 1100 s (c) 1120 s (d) 1279 s

03. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় 20 mole পরিমাণ আদর্শ গ্যাসকে সঙ্কুচিত করে আয়তন 30 L থেকে 20 L এ পরিবর্তিত করা হলো। যদি গ্যাসের তাপমাত্রা ও চাপ যথাক্রমে 0°C এবং 1 atm হয়, তবে এই প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ কত হবে? [দেওয়া আছে, $R = 8.13\ \text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$] [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 15.8 kJ (b) 9.8 kJ
(c) −5.8 kJ (d) −18.4 kJ

04. একটি আদর্শ গ্যাসকে বদ্ধ, দৃঢ় এবং তাপ নিরোধক পাত্রে রাখা হয়েছে। 100 Ω রোধের একটি কুণ্ডলী যা 2 A তড়িৎ প্রবাহ 6 মিনিটের জন্য সরবরাহ করছে। গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত হবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 120 kJ (b) 134 kJ
(c) 138 kJ (d) 144 kJ

05. 27°C এবং 160°C তাপমাত্রাদ্বয়ের মধ্যে কার্যরত একটি কার্নো ইঞ্জিনে 8.4×10^4 J তাপশক্তি সরবরাহ করা হলো। ইঞ্জিনটির দক্ষতা নির্ণয় করো। ইঞ্জিনটি কতটুকু তাপশক্তিকে কাজে রূপান্তরিত করতে পারবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 30.7%, 25800 J (b) 41.3%, 39480 J
(c) 29.3%, 21333 J (d) 57.9%, 69990 J

06. এক কাপ পানির তাপমাত্রা 100°C থেকে 35°C এ নামানো হলো। ফারেনহাইট স্কেলে এই পরিবর্তন কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 110°F (b) 117°F (c) 120°F (d) 122°F

07. পিস্টনযুক্ত একটি সিলিন্ডারে কিছু গ্যাস আবদ্ধ আছে। গ্যাসের চাপ 400 Pa স্থির রেখে সিস্টেমে ধীরে ধীরে 800 J তাপশক্তি সরবরাহ করায় 1200 J কাজ সম্পাদিত হয়। গ্যাসের আয়তন এবং অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) $3\text{m}^3, -400$ J (b) $3\text{m}^3, 400$ J
(c) $-3\text{m}^3, -400$ J (d) None

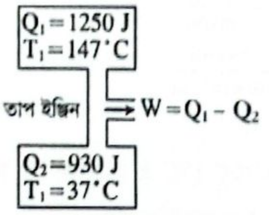
08. কত কাজের রূপান্তরিত তাপে 0°C তাপমাত্রার 0.01 kg বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করা যাবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 30 kJ (b) 35 kJ (c) 40 kJ (d) None

09. একটি গ্যাসকে 1 atm চাপে 10 L থেকে 2L এ সংকুচিত করা হলো। এতে 500 J তাপশক্তি বেরিয়ে গেলে গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত? [সেলু স্যার]
(a) 300 J (b) −300 J (c) 1300 J (d) −1300 J

10. স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাস বরফের গলনাঙ্কে, পানির স্ফুটনাঙ্ক এবং গন্ধকের স্ফুটনাঙ্ক যথাক্রমে 200 ঘন সে.মি. 273.2 ঘন সে.মি. এবং 525.1 ঘন সে.মি. আয়তন দখল করে। গন্ধকের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করো। [সেলু স্যার]
(a) 435.5°C (b) 444.2°C (c) 471.4°C (d) None

11. সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট একটি থার্মোমিটার সমান ডিগ্রিতে ভাগ করা আছে। থার্মোমিটারটি গলন্ত বরফে 15°C এবং 70°C তাপমাত্রায় 100°C পাঠ দেয়। 120°F তাপমাত্রায় উক্ত থার্মোমিটারে কত পাঠ পাওয়া যাবে? [সেলু স্যার]
(a) 52.53°C (b) 54.55°C
(c) 56.56°C (d) None

12. ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা বের করো। [সেলু স্যার]



(a) 25.6% (b) 26.2% (c) 29% (d) 32.3%

13. সমোষ্ণ রেখার ঢাল রুদ্ধতাপীয় রেখার ঢাল অপেক্ষা কতগুণ খাড়া? [সেলু স্যার; তপন স্যার]
(a) $+\frac{1}{\gamma}$ (b) $+\gamma$ (c) $-\frac{1}{\gamma}$ (d) $-\gamma$

14. রুদ্ধতাপীয় 1 atm চাপে রাখা গ্যাসকে প্রসারিত করে দ্বিগুণ করা হলে যে চূড়ান্ত চাপ হয়, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সেই একই চাপ পেতে গ্যাসকে কতগুণ প্রসারিত করতে হবে? [সেলু স্যার]
(a) 1.4 (b) 2.6 (c) 5.2 (d) 7.8

15. একটি স্থির আয়তন গ্যাস থার্মোমিটারে পানির ত্রৈধ বিন্দুর চাপ $20\ \text{Nm}^{-2}$ এবং শুষ্ক বরফের চাপ $14.3\ \text{Nm}^{-2}$ হলে ত বরফের তাপমাত্রা কত?
(a)175.8 K (b) 187.3 K (c) 191.4 K (d) 195.3 K

MCQ উত্তরমালা

01. c	02. c	03. d	04. d	05. a	06. b	07. a	08.
09. a	10. b	11. d	12. a	13. a	14. b	15. d	

16. 1 mole কোন গ্যাসকে 127°C তাপমাত্রার সমোষ্ণ প্রসারণে কৃতকাজ 2300J। যদি গ্যাসের প্রকৃত আয়তন 400cm^3 হয়। তবে প্রসারণের পর আয়তন কত হবে?

(a) 200cm^3 (b) 400cm^3 (c) 800cm^3 (d) 1600cm^3

17. 0°C উষ্ণতার 50g পানির সাথে 80°C উষ্ণতার সমভরের পানি মেশানো হলো। এন্ট্রপির বৃদ্ধি কত?

(a) 4.21 JK^{-1} (b) 3.46 JK^{-1}

(c) 6.82 JK^{-1} (d) কোনোটিই নয়

18. প্রথমে 200°C ও 0°C উষ্ণতার মধ্যে ও পরে 0°C ও (−200°C) উষ্ণতার মধ্যে কাজ করার জন্য দুটি কার্নো ইঞ্জিন তৈরি করা হল। দুটি কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতার অনুপাত কত?

(a) 1.73:1 (b) 1:1

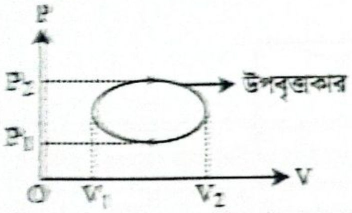
(c) 1:1.73 (d) কোনোটিই নয়

19. ধরা যাক, কার্নো ইঞ্জিনে ব্যবহৃত সিলিন্ডারের ভেতরের দেয়াল অমসৃণ হয়ে গেল। তাহলে P-V ডায়াগ্রাম দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রফলে কী পরিবর্তন ঘটবে?

(a) ক্ষেত্রফল বাড়বে (b) ক্ষেত্রফল কমবে

(c) ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকবে (d) মন্তব্য করা সম্ভব নয়

20.



চিত্রের প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ কত?

(a) $\pi \times \frac{P_2-P_1}{2} \times \frac{V_2-V_1}{2}$ (b) $\pi(P_2-P_1)(V_2-V_1)$

(c) $\pi \times \frac{P_2-P_1}{V_2-V_1}$ (d) বলা সম্ভব নয়

MCQ উত্তরমালা

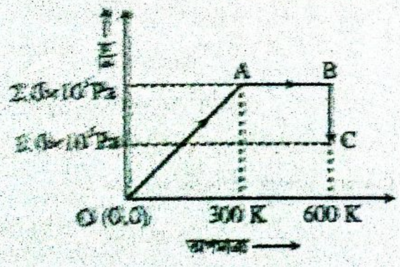
16. c	17. b	18. c	19. b	20. a

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 5g অক্সিজেনের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত হবে, যদি এর তাপমাত্রা স্থির চাপ ও আয়তনে 10°C বৃদ্ধি করা হয়? অক্সিজেনের C_V ও C_P যথাক্রমে 0.155 cal g^{-1}°C^{-1} এবং 0.218 cal g^{-1}°C^{-1}।

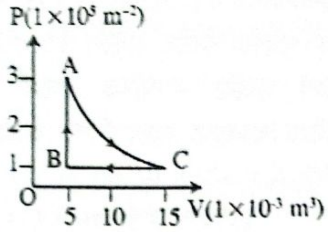
[ইসহাক স্যার][Ans. 32.55 J উভয়ক্ষেত্রে]

02.



লেখচিত্রে 2 মোল কোনো গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে চাপের পরিবর্তন দেখানো হলো। OA অংশে গ্যাসের আয়তন স্থির থাকে। স্থির আয়তনে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ 12.5 Jmol^{-1} K^{-1}। OA রেখায় অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় করো। **[Ans. 7500 J]**

03. সঞ্চালনশীল পিস্টনযুক্ত একটি সিলিন্ডার এক মোল আদর্শ গ্যাস দ্বারা আবদ্ধ। গ্যাসটির কার্যক্রম A বিন্দু হতে শুরু হয় যেখানে, T = 27°C। সিস্টেমটির A → C একটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া। [ইসহাক স্যার]



(i) B বিন্দুতে তাপমাত্রা কত?

(ii) সিস্টেমটির সমআয়তনিক প্রক্রিয়ায় (B → A) ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন ΔU, উৎপন্ন তাপ Q এবং সম্পন্ন কাজ W নির্ণয় কর।

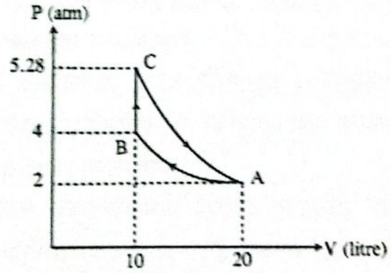
(iii) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার (A → C) ক্ষেত্রে পুনরায় রাশিগুলোর (ΔU, W, Q) মান নির্ণয় কর।

(iv) সমচাপীয় প্রক্রিয়ার (C → B) ক্ষেত্রে পুনরায় রাশিগুলোর মান নির্ণয় কর।

(v) পূর্ণচক্রের জন্য নিট অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

[Ans. 100 K, 4157 J, 2740.16 J, −5157 J, 0 J]

04. চিত্রে P-V লেখচিত্র দ্বারা একটি চক্রীয় প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এখানে, A বিন্দুতে তাপমাত্রা = 300 K; মোল সংখ্যা = 1.6



AB পথে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। **[Ans. −2766.16 J]**

05. 40 kg ভরের একটি জ্যোতিষ্কের বেগ পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে অতিক্রমের সময় 25 km min^{-1} থেকে 5 km min^{-1} এ হ্রাস পায়। উৎপন্ন তাপ ক্যালরিতে বের কর।

[ইসহাক স্যার][Ans. 7.9365 × 10^5 Cal]

06. একটি সিলিন্ডারের মধ্যে 2 atm চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় 6 L অক্সিজেন আছে। (ক) চাপ যদি হঠাৎ তিনগুণ করা হয় তাহলে অক্সিজেনের আয়তন ও তাপমাত্রা কত হবে? (খ) চাপ খুব ধীরে ধীরে তিনগুণ বৃদ্ধি করা হলে অক্সিজেনের আয়তন ও তাপমাত্রা কত হবে? [ইসহাক স্যার][Ans. 1.5 L]

07. (i) স্থির আয়তনে অক্সিজেন গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ $0.155\ cal\ g^{-1}{}^\circ C^{-1}$। স্থির চাপে এর আপেক্ষিক তাপ কত?

[$R = 2\ cal\ mol^{-1}{}^\circ C^{-1}$, অক্সিজেনের আণবিক ওজন, $M = 32$]

(ii) একটি আদর্শ গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রা রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় $P \propto T^3$ সম্পর্কিত।

দেখাও যে, $\frac{C_P}{C_V}$ এর মান $= 1.5$। [ইস্হাক স্যার, সেলু স্যার]

[Ans. (i) $6.96\ cal\ mol^{-1}\ {}^\circ C^{-1}$]

08. একটি রেফ্রিজারেটরে $0^\circ C$ তাপমাত্রার 3 kg পানি রাখা আছে। একে বরফে পরিণত করতে চাইলে কী পরিমাণ তাপ কক্ষে বর্জিত হবে। এজন্য সম্পাদিত কাজের পরিমাণ এবং রেফ্রিজারেটরের কার্যকৃত সহগ নির্ণয় করো। [এখানে, কক্ষ তাপমাত্রা $30^\circ C$, $l_f = 3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$]

[ইস্হাক স্যার][Ans. 9.1, 1.1077×10^5 J]

09. সমান ভরের দুই টুকরা বরফখণ্ড একই বেগে পরস্পর বিপরীত দিক হতে অগ্রসর হচ্ছে এবং সংঘর্ষের ফলে বাষ্পীভূত হয়। বরফখণ্ড দুটির সর্বনিম্ন প্রাথমিক বেগ নির্ণয় করো। দেওয়া আছে, প্রাথমিক তাপমাত্রা, আপেক্ষিক তাপ এবং বরফ গলনের সুপ্ততাপ যথাক্রমে $-12^\circ C$, $0.5\ cal\ g^{-1}{}^\circ C^{-1}$ এবং $80\ cal\ g^{-1}$। বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ $540\ cal\ g^{-1}$।

[ইস্হাক স্যার][Ans. $2.469\ km\ s^{-1}$]

10. 10^5 Pa চাপে ও 300 K তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের অক্সিজেনের আয়তন $10^{-3}\ m^3$। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এর আয়তন হঠাৎ দ্বিগুণ করা হলে, এর অন্তঃস্থ শক্তির কী পরিবর্তন হবে? স্থির চাপে ও স্থির আয়তনে অক্সিজেনের মোলার তাপধারণ ক্ষমতা যথাক্রমে $29.2\ J\ mol^{-1}K^{-1}$ ও $20.9\ J\ mol^{-1}K^{-1}$।

[প্রামাণিক স্যার][Ans. -60.54 J]

11. $7^\circ C$ তাপমাত্রায় 1 kg পানি $37^\circ C$ তাপমাত্রার 2 kg পানির সাথে মিশানো হলে এনট্রপির পরিবর্তনের মান কত?

[সেলু স্যার] [Ans. $14.34\ JK^{-1}$]

12. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনো দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক, $PV^\gamma =$ ধ্রুবক। দেখাও যে, আয়তন 0.5% হ্রাস পেলে চাপ 0.7% বৃদ্ধি পায়। [সেলু স্যার]

13. একটি রেফ্রিজারেটরের মোটর হতে প্রতি সেকেন্ডে প্রাপ্ত শক্তি 200 J। এর ফ্রিজিং কক্ষের তাপমাত্রা $-3^\circ C$ এবং বাহিরের বায়ুর তাপমাত্রা $27^\circ C$ হলে, আদর্শ দক্ষতার 10 min এ সর্বোচ্চ কী পরিমাণ তাপ ফ্রিজিং কক্ষ হতে নিষ্কাশিত হবে?

[সেলু স্যার][Ans. 1.08×10^6 J]

14. স্থির চাপে 2 mol আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা $32^\circ C$ হতে $37^\circ C$ বৃদ্ধি করতে 70 Cal তাপের প্রয়োজন হয়। স্থির আয়তনে একই পরিমাণ গ্যাসের তাপমাত্রা একই মাত্রায় বৃদ্ধি করতে কত জুল তাপ লাগবে? [সেলু স্যার][Ans. 210 J]

15. কোনো গ্যাসের আদি চাপ ও আয়তন যথাক্রমে 4.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ ও $4 \times 10^{-2}\ m^3$। গ্যাসটি এমন একটি প্রক্রিয়াধীন যা $PV =$ ধ্রুবক নিয়ম অনুসরণ করে। গ্যাসটির চূড়ান্ত আয়তন আদি আয়তনের দ্বিগুণ হলে গ্যাসটি কী পরিমাণ কাজ সম্পাদন করে এবং কী পরিমাণ তাপ শোষণ করে?

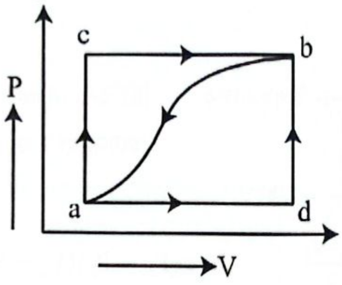
[সেলু স্যার][Ans. 11090.355 J]

16. দুটি কার্নো ইঞ্জিন A ও B। A ইঞ্জিনের উৎসের তাপমাত্রা 313 K এবং প্রসারণ বা সংকোচনে অনুপাত 1 : 2। B ইঞ্জিনের উৎসের তাপমাত্রা 323 K এবং প্রসারণ বা সংকোচনের অনুপাত 1 : 3। উভয় ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহী বস্তু হিসেবে 1 mole দ্বিপারমাণবিক গ্যাস ব্যবহৃত হয়েছে। (i) A ইঞ্জিনের কার্নো চক্রের প্রথম ধাপে কৃতকাজ নির্ণয় করো। (ii) দুটি ইঞ্জিনের কোনটি অধিক কার্যক্ষম? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [সেলু স্যার]

[Ans. (i) 1803.76 J (ii) B ইঞ্জিনটি অধিক দক্ষ]

17. একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ উৎসে 4atm চাপে 200L আয়তনের 100mol গ্যাস রক্ষিত আছে। আবার তাপ গ্রাহকে 2atm চাপে 200L আয়তনের 200mol গ্যাস রক্ষিত আছে। ইঞ্জিনটির দক্ষতা কত? [এই দুই গ্যাস কিন্তু কার্যকরী পদার্থ নয়] [Ans. 75%]

18.



acb পথে কোনো System কে a থেকে b অবস্থানে নেয়া হলে 200J তাপ ব্যবস্থা কর্তৃক শোষিত হয় এবং System 100J কাজ সম্পাদন করে।

(i) adb পথে যদি কাজ সম্পাদনের পরিমাণ 60J হয়, তাহলে, adb পথে কী পরিমাণ তাপ শোষিত হবে? [Ans. 160J]

(ii) বক্রপথে b থেকে a অবস্থায় প্রত্যাবর্তন করলে System এর উপর 50J কাজ সম্পাদিত হয়। System কতটুকু তাপ শোষণ বা বর্জন করবে? [Ans. 150 J বর্জন]

(iii) যদি $U_a = 0$ এবং $U_d = 40J$ হয়, তাহলে ad ও bd পথে তাপ শোষণের পরিমাণ নির্ণয় করো। [Ans. 100J, 60J]

19. (i) একটি মিশ্রণে n_1 মোল C_{V_1} মোলার আপেক্ষিক তাপ ও n_2 মোল C_{V_2} মোলার আপেক্ষিক তাপবিশিষ্ট গ্যাস থাকলে স্থির আয়তনে মিশ্রণের মোলার আপেক্ষিক তাপ কত?

[Ans. $C_V = \frac{n_1 C_{V_1} + n_2 C_{V_2}}{n_1 + n_2}$]

(ii) অনুরূপে n_1 মোল C_{P_1} মোলার আপেক্ষিক তাপ ও n_2 মোল C_{P_2} মোলার আপেক্ষিক তাপবিশিষ্ট গ্যাস থাকলে স্থির চাপে মিশ্রণের মোলার আপেক্ষিক তাপ কত?

[Ans. $C_P = \frac{n_1 C_{P_1} + n_2 C_{P_2}}{n_1 + n_2}$]

20. 200 gm ভরের একটি তামার ক্যালরিমিটারে 25°C তাপমাত্রার 2 kg পানি রাখা আছে। এতে ফুটন্ত 1 kg পানি ঢেলে দিলে সাম্যাবস্থায় আসতে এনট্রপির পরিবর্তন কত? $s_{Cu} = 400\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ **[Advanced]**
[কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. $72.457\ \text{JK}^{-1}$]

21. 1 mol অক্সিজেন একটি অন্তরিত বদ্ধ পাত্রে রাখা আছে। হঠাৎ পাত্রটি v_0 বেগে চলা শুরু করল। ফলে তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি পেল। v_0 এর মান নির্ণয় করো। অক্সিজেনের জন্য $\gamma = 1.41$ এবং মোলার গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.314\ \text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$।
[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04]
[Ans. $35.6\ \text{ms}^{-1}$]

22. 1.00 atm চাপ ও 15.0°C তাপমাত্রায় $2.00 \times 10^3\ \text{m}^3$ হিলিয়াম গ্যাসপূর্ণ একটি বড় বেলুন ভূমি থেকে দ্রুত এমন উচ্চতায় উঠে গেল যেখানে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ মাত্র 0.900 atm। ধরে নাও হিলিয়াম আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে এবং বেলুনের আরোহণ এত দ্রুত হয় যে পারিপার্শ্বিক বাতাসের সাথে তাপ বিনিময়ের সুযোগ থাকে না। বেলুনটি উচ্চতর স্থানে ওঠার ফলে হিলিয়ামের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন কত হবে?
[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans. -1.26×10^7 J]

23. একটি রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক ক্ষমতা 450 W। এর বৈদ্যুতিক দক্ষতা 70%, কার্যকৃত সহগ 3.5। পরিবেশের তাপমাত্রা 32°C হলে এই রেফ্রিজারেটরের ভিতরে 0°C তাপমাত্রার 4 kg পানি রাখলে এই পানি সম্পূর্ণ বরফে রূপান্তরিত হতে কত সময় লাগবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-12] [Ans. 20 min 19 s]**

24. −4°C তাপমাত্রায় 8 kg বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো।
[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-13]
[Ans. $69224.34\ \text{JK}^{-1}$]

25. একটি নাড়ানি 2 L পানির মধ্যে 6 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $350\ \text{rev s}^{-1}$ কৌণিক বেগে এ 0.2 N মন্দন বলের বিপরীতে ঘুরছে। বিকিরণ দ্বারা তাপক্ষয় উপেক্ষা করে প্রতি সেকেন্ডে তাপমাত্রা বৃদ্ধি নির্ণয় করো। **[ইস্হাক স্যার; Advanced]**
[কনসেপ্ট বুক T-14] [Ans. 0.0031416 K]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (c);** $\frac{100-0}{100-33.33} = \frac{3.53-2.57}{3.53-x} \therefore x = 2.89\ \Omega \approx 2.9\ \Omega$

02. **Solⁿ: (c);** $P \times t = ms\Delta\theta$
$\Rightarrow t = \frac{ms\Delta\theta}{P} = \frac{20\times4200\times(40-20)}{1500} = 1120\ \text{s}$

03. **Solⁿ: (d);** $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 20 \times 8.314 \times 273 \times \ln\left(\frac{20}{30}\right)$
$= -18405.86\ \text{J} \approx -18.4\ \text{kJ}$

04. **Solⁿ: (d);** যেহেতু তাপ নিরোধক পাত্রে রাখা হয়েছে তাই রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া হবে এবং রোধে উৎপন্ন তাপ শক্তির দরুন সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পাবে।
$\therefore \Delta U = I^2Rt = (2^2 \times 100 \times 6 \times 60)\ \text{J}$
$= 144000\ \text{J} = 144\ \text{kJ}$

05. **Solⁿ: (a);** $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = 1 - \frac{273+27}{273+160} = 0.307 = 30.7\%$
$\therefore W = (8.4 \times 10^4 \times 0.307) = 25788\ \text{J} \approx 25800\ \text{J}$

06. **Solⁿ: (b);** $\Delta F = 1.8 \times \Delta C = 1.8 \times (100 - 35) = 117°\text{F}$

07. **Solⁿ: (a);** $W = 1200\ \text{J}, \Delta Q = 800\ \text{J}$
∴ অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = Q - W = -400\ \text{J}$
আয়তন পরিবর্তন, $\Delta V = \frac{W}{P} = \frac{1200\ \text{J}}{400\ \text{Pa}} = 3\text{m}^3$

08. **Solⁿ: (a);** $W = ml_f + ms\Delta\theta + ml_v$
$= 0.01 \times 3.36 \times 10^5 + 0.01 \times 4200 \times 100 + 0.01 \times 2.268 \times 10^6$
$= 30240\ \text{J} \approx 30\ \text{kJ}$

09. **Solⁿ: (a);** $\Delta U = Q - W = (-500) - PdV$
$= -500 - 10^5 \times (2 - 10) \times 10^{-3}$
$= -500 + 800 = +300\ \text{J}$

10. **Solⁿ: (b);** $\frac{100-0}{100-\theta} = \frac{273.2-200}{273.2-525.1} \therefore \theta = 444.13°\text{C} \approx 444.2°\text{C}$

11. **Solⁿ: (d);** $120°\text{F} = \frac{5}{9}(120 - 32)°\text{C} = 48.89°\text{C}$
এখন, $\frac{70-48.89}{70-0} = \frac{100-\theta}{100-15} \therefore \theta = 74.37°\text{C}$

12. **Solⁿ: (a);** $\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{930}{1250} = 25.6\%$

14. **Solⁿ: (b);** $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = 1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^\gamma$
$\gamma = 1.4$ ধরে, $P_2 = 0.378\ \text{atm}$
সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $P_1V_1 = P_2V_2 \therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} = 2.63 \approx 2.6$

15. **Solⁿ: (d);** $T = \frac{P_T}{P_{tr}} \times 273.16 = \frac{14.3}{20} \times 273.16 = 195.3\text{K}$

16. **Solⁿ: (c);** $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{W}{nRT} = \ln\frac{V_2}{V_1}$
$\Rightarrow e^{\frac{W}{nRT}} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \times e^{\frac{W}{nRT}}$
$= 400 \times e^{\frac{2300}{1\times8.314\times400}} = 798.677\ \text{cm}^3 \approx 800\ \text{cm}^3$

17. **Solⁿ: (b);** মেশানোর পর তাপমাত্রা θ হলে,
$ms(80 - \theta) = ms(\theta - 0) \Rightarrow 2\theta = 80$
$\therefore \theta = 40°\text{C} = 313\text{K}$
$\Delta S = ms\ln\frac{313}{273} + ms\ln\frac{313}{(273+80)} = 3.46\ \text{JK}^{-1}$

18. **Solⁿ: (c);** $\eta_1 = 1 - \frac{273+0}{273+200} = \frac{200}{473}$
$\eta_2 = 1 - \frac{273-200}{273+0} = \frac{200}{273}$
$\therefore \eta_1 : \eta_2 = 273 : 473 = 0.57 : 1 = \frac{0.57}{0.57} : \frac{1}{0.57} = 1 : 1.73$

19. **Solⁿ: (b);** অমসৃণ হয়ে গেলে ঘর্ষণ বলের কারণে শক্তি অপচয় হবে, তাই কৃতকাজ কমবে। অর্থাৎ P-V ক্ষেত্রফল কমবে।

20. **Solⁿ: (a);** উপবৃত্তের ক্ষেত্রফল: πab
$a = \frac{V_2-V_1}{2}$ এবং $b = \frac{P_2-P_1}{2}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন, $dQ = nC_VdT$ (উভয়ক্ষেত্রেই)
$= mC_VdT = (5 \times 0.155 \times 10)$ Cal $= 7.75$ Cal $[m = 5g]$
$= (7.75 \times 4.2)J = 32.55$ J **(Ans.)**

02. **Sol^n:** দেওয়া আছে,
OA অংশে সমআয়তন প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়েছে।
এখানে, মোল সংখ্যা, $n = 2$ mole
$C_v = 12.5\ Jmol^{-1}K^{-1}$
∴ তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta T = (T_A - 0) = (300 - 0) = 300$ K
আমরা জানি,
$\Delta U = nC_V\Delta T = 2 \times 12.5 \times 300 = 7500$ J **(Ans.)**

03. **Sol^n: (i) B → A** সমআয়তন প্রক্রিয়ায়,
$T_B = \frac{P_B}{P_A} \times T_A = \frac{1\times10^5}{3\times10^5} \times (273 + 27) = 100$ K
∴ $T_B = 100$ K **(Ans.)**
(ii) Sol^n: B → A সমআয়তন প্রক্রিয়ায়, $W = 0$ J
$\Delta U = Q = nC_V\Delta T = 1 \times \frac{R}{\gamma-1} \times (T_A - T_B)$
$= \frac{8.314}{1.4-1} \times (300 - 100)$ J
$= 4157$ J **(Ans.)**
(iii) A → C সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $\Delta U = 0$ J
$Q = W = nRT\ln\left(\frac{V_C}{V_A}\right)$
$= 1 \times 8.314 \times 300 \times \ln\left(\frac{15}{5}\right)$
$= 2740.16$ J **(Ans.)**
(iv) C → B সমচাপ প্রক্রিয়ায়, $\Delta U = nC_VdT$
$= 1 \times \frac{R}{\gamma-1} \times (T_B - T_C)$
$= \frac{8.314}{1.4-1} \times (100 - 300)$
$= -4157$ J
$W = P\Delta V = 1 \times 10^5 \times (5 \times 10^{-3} - 15 \times 10^{-3})$
$= -1000$ J
$Q = \Delta U + W = -5157$ J **(Ans.)**
(v) $\Delta U_{BACB} = \Delta U_{BA} + \Delta U_{AC} + \Delta U_{CB}$
$= 4157 + 0 - 4157 = 0J$
∴ পূর্ণচক্রে নিট অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন 0J।

04. **Sol^n:** AB পথটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া। সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ,
$W_{AB} = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 1.6 \times 8.314 \times 300 \times \ln\left(\frac{10}{20}\right)$
$= -2766.16$ J **(Ans.)**

05. **Sol^n:** উৎপন্ন তাপ $= \frac{\text{গতিশক্তি পরিবর্তন}}{J} = \frac{\frac{1}{2}m(u^2-v^2)}{J} = \frac{m}{2J}(u^2 - v^2)$
$\Rightarrow Q = \frac{40}{2\times4.2} \times \left[\left(\frac{25\times10^3}{60}\right)^2 - \left(\frac{5\times10^3}{60}\right)^2\right]$ Cal
∴ $Q = 7.9365 \times 10^5$ Cal **(Ans.)**

06. **Sol^n:** (ক) হঠাৎ তিনগুণ করলে, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়।
$P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow V_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \times V_1$
$\Rightarrow V_2 = \left(\frac{1}{3}\right)^{\frac{1}{1.4}} \times 6$
∴ $V_2 = 2.7375$ L **(Ans.)**

আবার, $T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$
$\Rightarrow T_2 = 300 \times \left(\frac{6}{2.7375}\right)^{1.4-1}$
∴ $T_2 = 410.6214$ K **Ans.)**

(খ) আবার, চাপ ধীরে ধীরে তিনগুণ বৃদ্ধি করলে, সমোষ্ণ প্রক্রিয়া।
তাই, $T_2 = T_1 = 300$ K
$P_2 = P_1 + 3P_1 = 4P_1$
∴ $V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{V_1}{4} = \frac{6}{4}L = 1.5$ L **(Ans.)**

07. **Sol^n: (i)** $C_V = 0.155$ Cal $g^{-1}\ ℃^{-1}$
$= (0.155 \times 32)$ cal $mol^{-1}\ ℃^{-1} = 4.96$ cal $mol^{-1}\ ℃^{-1}$
∴ $C_P = C_V + R = (4.96 + 2) = 6.96$ cal $mol^{-1}\ ℃^{-1}$ **(Ans.**
(ii) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $P \propto T^3$
$\Rightarrow P^{\frac{1}{3}} \propto T \Rightarrow TP^{-\frac{1}{3}} = K$
$TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = K$ এর সাথে তুলনা করে, $\frac{1-\gamma}{\gamma} = -\frac{1}{3}$ ∴ $-3 + 3\gamma = \gamma$
∴ $\gamma = \frac{3}{2}$ ∴ $\frac{C_P}{C_V} = \frac{3}{2}$ **(Showed)**

08. **Sol^n:** কার্যকৃত সহগ, $K = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1-Q_2} = \frac{T_2}{T_1-T_2}$
$= \frac{273}{303-273} = 9.1$ **(Ans.**
∴ কৃতকাজ, $W = \frac{\text{অপসারিত তাপ }(Q_2)}{K}$
$= \frac{3\times3.36\times10^5}{9.1} = 1.1077 \times 10^5$ J **(Ans.)**

09. **Sol^n:** $2 \times \frac{1}{2}mv^2$
$= 2 \times ms_1\Delta\theta_1 + 2 \times ml_f + 2 \times ms_2\theta + 2 \times ml_v$
$\Rightarrow v^2 = 2s_1\Delta\theta + 2l_f + 2s_2\Delta\theta_2 + 2l_v$
$\Rightarrow v^2 = 2 \times 4.2 \times 500 \times 12 + 2 \times 4.2 \times 80000 +$
$2 \times 4.2 \times 1000 \times (100 - 0) + 2 \times 4.2 \times 540000$
$\Rightarrow v^2 = 6098400$
∴ $v = 2469.49\ ms^{-1} = 2.469\ km\ s^{-1}$ **(Ans.)**

10. **Sol^n:** O_2 গ্যাসের $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{29.2}{20.9} = 1.4$
আবার, $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma$
$\Rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 10^5 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1.4} = 37892.9$ Pa
রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে, $dU = -dW = -\frac{nR}{1-\gamma}(T_2 - T_1)$
$= \frac{P_2V_2-P_1V_1}{\gamma-1} = \frac{37892.9\times10^{-3}\times2-10^5\times10^{-3}}{1.4-1} = -60.54$ J **(Ans.)**

11. **Sol^n:** মিশ্রণের তাপমাত্রা θ হলে,
$1 \times 4200 \times (\theta - 7) = 2 \times 4200 \times (37 - \theta)$
∴ $\theta = 27℃$
∴ $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$
$= m_1s_1\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + m_2s_2\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$
$= 1 \times 4200 \times \ln\left(\frac{300}{280}\right) + 2 \times 4200 \times \ln\left(\frac{300}{310}\right)$
$= 14.34\ JK^{-1}$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের, $\gamma = 1.4$
$P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = \left(\frac{V_1}{V_1-0.005\ V_1}\right)^{1.4} = 1.007$
∴ $\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{1.007-1}{1} = 0.007 \times 100\% = 0.7\%$
∴ চাপ 0.7% বৃদ্ধি পায়। **(Showed)**

13. **Sol^n:** আমরা জানি, $W = Q_1 - Q_2 = P \times t$
$\Rightarrow Q_2\left(\frac{T_1}{T_2} - 1\right) = P \times t$
$\Rightarrow Q_2\left(\frac{300}{270} - 1\right) = 200 \times 10 \times 60$
∴ $Q_2 = 1.08 \times 10^6$ J **(Ans.)**

$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$
∴ $Q_1 = \frac{Q_2T_1}{T_2}$
$T_1 = 27℃ = 300K$
$T_2 = -3℃ = 270K$

14. **Sol^n:** আমরা জানি, $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{nC_P\Delta T}{nC_V\Delta T} = \frac{Q_P}{Q_V}$

[∵ n ও ΔT একই উভয় ক্ষেত্রে]

$\therefore Q_V = \frac{Q_P}{\gamma} = \frac{70\times4.2}{1.40} = 210\ \text{J}$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$= PV\ln(2) = 4\times10^5\times4\times10^{-2}\times\ln(2) = 11090.355\ \text{J}$

শোষিত তাপ, $Q = W = 11090.355\ \text{J}$ **(Ans.)**

16. **Sol^n:** (i) সমোষ্ণ প্রসারণে কৃতকাজ, $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$= 1\times8.314\times313\times\ln(2) = 1803.76\ \text{J}$ **(Ans.)**

(ii) A ইঞ্জিনের, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$\therefore T_2 = 313\times\left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1}$

$T_2 = 237.21\ \text{K}$

দক্ষতা, $\eta_A = \left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)\times100\%$

$= \left(1-\frac{237.21}{313}\right)\times100\% = 24.21\%$

B ইঞ্জিনের, $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$\therefore T_2 = 323\times\left(\frac{1}{3}\right)^{1.4-1}$

$T_2 = 208.14\ \text{K}$

দক্ষতা, $\eta_B = \left(1-\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(1-\frac{208.14}{323}\right)\times100\% = 35.56\%$

∴ B ইঞ্জিনটি অধিক দক্ষ। **(Ans.)**

17. **Sol^n:** জানা আছে, PV= nRT

$\Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{P_2V_2}{n_2R}}{\frac{P_1V_1}{n_1R}} = \frac{P_2}{P_1}\cdot\frac{V_2}{V_1}\cdot\frac{n_1}{n_2}$

$= \frac{2\text{atm}}{4\text{atm}}\cdot\frac{200\text{L}}{200\text{L}}\cdot\frac{100\text{mol}}{200\text{mol}} = \frac{1}{4}$

∴ ইঞ্জিনের দক্ষতা,

$\eta = \left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)\times100\%$

$= \left(1-\frac{1}{4}\right)\times100\%$

$= 75\%$ **(Ans.)**

এখানে, $P_1 = 4\text{atm}$
$P_2 = 2\text{atm}$
$V_1 = 200\text{L}$
$V_2 = 200\text{L}$
$n_1 = 100\ \text{mol}$
$n_2 = 200\ \text{mol}$

18. **Sol^n:** **(i)** adb পথের db অংশটুকু পুরোপুরি খাড়া। সুতরাং, এখানে আয়তনের পরিবর্তন হয়নি। ফলে adb পথে মোট বাহ্যিক কাজ আর ad পথের বাহ্যিক কাজ সমান। [$W = P\Delta V = P.0 = 0$]

$W_{adb} = 60\text{J}$

$Q_{acb} = \Delta U_{acb} + W_{acb}$

$\Rightarrow 200\text{J} = 100\text{J} + \Delta U_{acb} \Rightarrow \Delta U_{acb} = 100\text{J}$

$\Delta U_{acb} = \Delta U_{adb} = 100\text{J}$

$Q_{adb} = \Delta U_{adb} + W_{adb} = (100+60)\text{J} = 160\text{J}$

(ii) $W_{b\to a} = -50\text{J}$;

$Q_{b\to a} = \Delta U_{b\to a} + W_{b\to a} = -100\text{J} - 50\text{J} = -150\text{J}$

∴ বর্জিত তাপ 150J

(iii) $U_a = 0$ এবং $U_d = 40\text{J}; U_b = 100\text{J}$

$Q_{a\to d} = \Delta U_{a\to d} + W_{a\to d} = (40+60)\text{J} = 100\text{J}$

$Q_{d\to b} = \Delta U_{d\to b} + W_{d\to b} = (U_b - U_d) + 0$

$= (100-40)\text{J} = 60\text{J}$

19. **Sol^n:** **(i)** মিশ্রণের ΔT তাপমাত্রা বাড়াতে W পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হলে, $W = W_1 + W_2$

$\Rightarrow (n_1+n_2)C_V\Delta T = n_1C_{V_1}\Delta T + n_2C_{V_2}\Delta T$

$\Rightarrow C_V = \frac{n_1C_{V_1}+n_2C_{V_2}}{n_1+n_2}$

(ii) আবার ΔT তাপমাত্রা বাড়াতে স্থির চাপে W শক্তির প্রয়োজন হলে,

$W = W_1 + W_2$

$\Rightarrow (n_1+n_2)C_P\Delta T = n_1C_{P_1}\Delta T + n_2C_{P_2}\Delta T$

$\Rightarrow C_P = \frac{n_1C_{P_1}+n_2C_{P_2}}{n_1+n_2}$

20. **Sol^n:** $Q_1 = Q_2 + Q_3$

$\Rightarrow 1\times4200\times(100-\theta)$

$= 2\times4200\times(\theta-25) + 0.2\times400\times(\theta-25)$

$\therefore \theta = 49.8423°\text{C}$

$\therefore \Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$

$= 0.2\times400\times\ln\left(\frac{273+\theta}{273+25}\right) + 2\times4200\times\ln\left(\frac{273+\theta}{273+25}\right)$

$+1\times4200\times\ln\left(\frac{273+\theta}{373}\right) = 72.457\ \text{JK}^{-1}$ **(Ans.)**

21. **Sol^n:** অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পাবে।

$\frac{1}{2}mv_0^2 = nC_V\Delta T$

$\Rightarrow 32\times10^{-3}\times v_0^2 = 2n\times\frac{R}{\gamma-1}\times\Delta T$

$\Rightarrow v_0^2 = \frac{2\times1\times8.314\times1}{(1.41-1)\times32\times10^{-3}} = 1267.38$

$\therefore v_0 = 35.6\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

22. **Sol^n:** প্রক্রিয়াটি রুদ্ধতাপীয় (Q = 0)। হিলিয়াম এক-পারমাণবিক, তাই $\gamma = 1.67$।

আদি তাপমাত্রা $T_1 = 288\ \text{K}$।

চাপ অনুপাত $P_2/P_1 = 0.9$।

চূড়ান্ত তাপমাত্রা $T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

$= 288\times(0.9)^{\frac{0.67}{1.67}} = 288\times(0.9)^{0.4} \approx 276.1\ \text{K}$।

মোল সংখ্যা $n = \frac{P_1V_1}{RT_1} = \frac{101325\times2000}{8.314\times288} \approx 84636\ \text{mol}$।

অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন $\Delta U = nC_V(T_2 - T_1)$

$= n(\frac{3}{2}R)(276.1-288)$।

$\Delta U = 84636\times1.5\times8.314\times(-11.9) \approx -1.26\times10^7\ \text{J}$

23. **Sol^n:** $Q_2 = ml_f = 4\times336000 = 1.344\times10^6\text{J}$

$K = \frac{Q_2}{W} \Rightarrow W = \frac{Q_2}{K} = \frac{1.344\times10^6}{3.5} = 3.84\times10^5\text{J}$

কম্প্রেসরে ব্যবহৃত যান্ত্রিক ক্ষমতা, $P = \frac{70}{100}\times450 = 315\text{W}$

আবার, $P = \frac{W}{t}$

$\Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{3.84\times10^5}{315} = 1219\text{s} = 20\ \text{min}\ 19\text{s}$ **(Ans.)**

24. **Sol^n:** $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4$

$= ms_1\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + \frac{ml_f}{T_2} + ms_2\ln\left(\frac{T_3}{T_2}\right) + \frac{ml_v}{T_3}$

$= 8\times2100\times\ln\left(\frac{273}{269}\right) + \frac{8\times3.36\times10^5}{273} + 8\times4200\times\ln\left(\frac{373}{273}\right)$

$+\frac{8\times2.268\times10^6}{373} = 69224.34\ \text{JK}^{-1}$ **(Ans.)**

25. **Sol^n:**

$\tau\times\omega t = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{\tau\times\omega t}{ms}$

$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{0.012\times350\times2\pi\times1}{2\times4200}$

$\therefore \Delta\theta = 0.0031416\ \text{K}$

(Ans.)

এখানে,
$m = 2\ \text{kg}$
$s = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$\Delta\theta = ?$
টর্ক, $\tau = Fr = (0.2\times0.06)\ \text{Nm}$
$= 0.012\ \text{Nm}$
কৌণিক সরণ, $\theta = \omega\times t$

অধ্যায় ০২

স্থির তড়িৎ

টপিক অ্যানালাইসিস

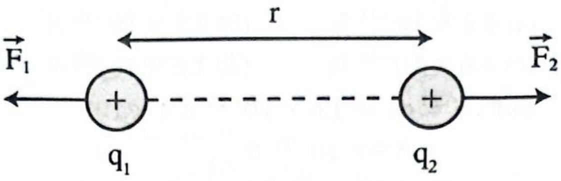
➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টাইপসমূহ:

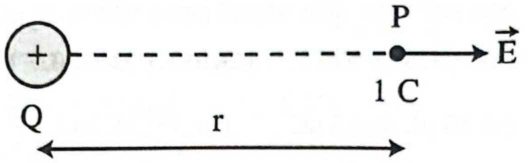
গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: স্থির তড়িৎ বল ও প্রাবল্য	20	03	BUET'24-25; KUET'18-19, 17-18, 16-17; CKRUET'22-23; BUTEX'17-18, 11-12, IUT'23-24, 22-23, 20-21, 19-20, 18-19, 17-18, 14-15 SUST'24-25, 12-13	BUET'25-26, 18-19, 13-14
✪	T-02: গাউসের সূত্র ও এর সাহায্যে প্রাবল্য নির্ণয়	04	-	BUET'24-25, 10-11 SUST'24-25; IUT'17-18	KUET'19-20
✪✪	T-03: তড়িৎ বিভব	05	02	BUET'24-25,13-14, 10-11, 07-08; CKRUET'23-24; BUTEX'14-15; IUT'17-18; SUST'24-25	BUTEX'25-26; RUET'07-08
✪✪✪	T-04: গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য ও তড়িৎ বিভব নির্ণয়	09	04	BUET'13-14,07-08; CUET'25-26; CKRUET'23-24 BUTEX'14-15; IUT'22-23, 11-12	BUET'14-15, 11-12, 08-09 KUET'19-20
✪✪	T-05: তড়িৎ বিভবশক্তি	06	01	BUET'12-13, 11-12, 10-11; RUET'24-25; BUTEX'14-15; IUT'14-15	BUET'06-07
✪	T-06: বিভব ও প্রাবল্যের সম্পর্ক	04	04	KUET'24-25; BUTEX'13-14; IUT'17-18; SUST'25-26;	BUET'24-25, 23-24, 19-20
✪	T-07: তড়িৎ দ্বিমেরু	01	03	CUET'25-26	RUET'25-26; MIST'23-24
✪✪✪	T-08: ধারক	14	07	BUET'24-25, 23-24, 08-09; KUET'11-12; RUET'24-25; BUTEX'11-12; IUT'22-23, 20-21, 17-18, 14-15, 11-12, 08-09; SUST'24-25	BUET'04-05, 01-02; KUET'03-04; CUET'07-08; BUTEX'00-01; MIST'23-24; 22-23
✪✪✪	T-09: সমান্তরাল পাত ধারক	14	16	BUET'24-25, 13-14, 12-13, 10-11; KUET'24-25, 15-16, 13-14; RUET'10-11 BUTEX'17-18; IUT'23-24, 18-19, 16-17; SUST'25-26, 24-25	BUET'25-26, 22-23, 20-21, 18-19, 17-18, 13-14, 10-11; KUET'25-26 RUET'25-26, 03-04 CUET'24-25; BUTEX'20-21, 00-01; MIST'24-25
✪	T-10: বিবিধ	04	-	BUET'13-14, 12-13, 10-11 KUET'15-16, 13-14 RUET'10-11; IUT'16-17 BUTEX'16-17	-

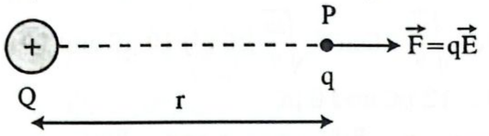
T-01: স্থির তড়িৎ বল ও প্রাবল্য

কনসেপ্ট রিভিউ

- $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1q_2}{r^2}$;
  যেখানে, ε = মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা
- শূন্য মাধ্যমে: $F_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\ [\because \varepsilon = \varepsilon_0]$
- অন্য কোনো মাধ্যমে: $F_m = \frac{1}{4\pi\varepsilon_m}\frac{q_1q_2}{r^2}\ [\because \varepsilon = \varepsilon_m]$
- পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক, $k = \frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_0} = \frac{F_0}{F_m}$
- প্রাবল্য:
- $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}$ (একক NC^{-1})
- P বিন্দুতে q মানের চার্জ রাখা হলে, প্রযুক্ত বল $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{qQ}{r^2} = qE$
- বল ও প্রাবল্যের সম্পর্ক: $\vec{F} = q\vec{E}$



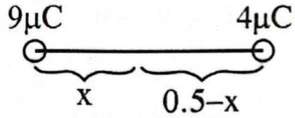




বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 4 μC এবং 9 μC চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.5m। বড় চার্জ হতে কত দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে? **[BUET'24-25]**
(a) 0.4 m (b) 0.3 m (c) 1.5 m (d) 0.2 m ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{9}{x^2}$
$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{4}{(0.5-x)^2}$



$\Rightarrow \left(\frac{0.5-x}{x}\right)^2 = \frac{4}{9} \Rightarrow \frac{0.5-x}{x} = \frac{2}{3} \Rightarrow 1.5 - 3x = 2x$
$\Rightarrow 5x = 1.5 \Rightarrow x = 0.3$ m

Shortcut: $x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} = \frac{0.5}{1+\sqrt{\frac{4}{9}}} = 0.3$ m

02. কোনটি সঠিক? **[BUET'24-25]**
(a) সকল dielectrics তাপপরিবাহী
(b) সকল সুপরিবাহী dielectric
(c) a ও b উভয়ই (d) কোনোটিই নয় ⓓ

03. 0.1 C এর দুটি চার্জ পরস্পর 3 km দূরে থাকলে কুলম্ব বল কত? **[BUET'24-25]**
(a) 10 N (b) 10 Dyne
(c) 200 N (d) 100 Dyne ⓐ

Sol^n: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(0.1)^2}{(3000)^2} = 10$ N

04. 1 C ও 2 C এর দুটি চার্জ 2 m ব্যবধানে রাখা আছে। −1 C এর একটি চার্জ তাদের মধ্যখানে রাখলে, মধ্য বিন্দুতে রক্ষিত চার্জের উপর লব্ধি বল কত হবে? **[SUST'24-25; IUT'14-15]**
(a) 9×10^9 N (b) 10×10^8 N
(c) 9×10^8 N (d) 7×10^9 N ⓐ

Sol^n: $F_{net} = F_2 - F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{2\times1}{1^2} - \frac{1\times1}{1^2}\right]$
$= 9 \times 10^9 \times (2-1) = 9 \times 10^9$ N

05. The electron and proton of an atom are separated by 8.5×10^{-10} m. Find the ratio between the electric force and the gravitational force between the two particles.
[Electron charge $= -1.6 \times 10^{-19}$C,
Electron mass $= 9.11 \times 10^{-31}$ kg,
Proton mass $= 1.67 \times 10^{-27}$ kg,
Gravitational Constant,
$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$]
(একটি পরমাণুর ইলেকট্রন এবং প্রোটন 8.5×10^{-10} m দূরত্বে অবস্থিত। এই দুই কণার মধ্যে বৈদ্যুতিক বল এবং মহাকর্ষীয় বলের অনুপাত কত? [ইলেকট্রনের চার্জ $= -1.6 \times 10^{-19}$C, ইলেকট্রনের ভর $= 9.11 \times 10^{-31}$ kg, প্রোটনের ভর $= 1.67 \times 10^{-27}$ kg, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$])
[IUT'23-24]
(a) 1.15×10^{45} (b) 5.54×10^{-29}
(c) 2.27×10^{39} (d) 8.04×10^{-39} ⓒ

Sol^n: $\frac{F_E}{F_G} = \frac{k}{G} \cdot \frac{q_1q_2}{m_1m_2}$
$= \frac{9\times10^9}{6.67\times10^{-11}} \times \frac{(1.6\times10^{-19})^2}{9.11\times10^{-31}\times1.67\times10^{-27}}$
$= 2.27 \times 10^{39}$

06. What is the force acting on proton that is in a $4.0 \times 10^4\ \text{Vm}^{-1}$ uniform electric field? (একটি প্রোটন একটি $4.0 \times 10^4\ \text{Vm}^{-1}$ সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে অবস্থান করছে। ঐ প্রোটনের উপর কার্যরত বল কত?) **[IUT'23-24]**

(a) 8.4×10^{-16} N (b) 6.4×10^{-15} N
(c) 4.6×10^{-15} N (d) 1.6×10^{-15} N ⓑ

Sol

Sol^n: $F = qE = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^4$
$= 6.4 \times 10^{-15}$ N

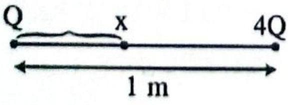
07. 3 m দূরত্বে অবস্থিত দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে 0.075 N বল কাজ করে। চার্জ দুটির সর্বমোট চার্জের পরিমাণ 20 μC হলে চার্জ দুটির মান কত? **[CKRUET'22-23; IUT'18-19]**

(a) 15 μC and 5 μC (b) $\sqrt{\frac{20}{3}}$ μC and $\sqrt{\frac{20}{3}}$ μC
(c) $\sqrt{\frac{20}{9}}$ μC and $\sqrt{\frac{20}{9}}$ μC (d) 10 μC and 10 μC
(e) 12 μC and 8 μC ⓐ

Sol^n: $F = \frac{q_1q_2}{r^2} \times k \Rightarrow 0.075 = \frac{q_1q_2}{3^2} \times 9 \times 10^9$
$\therefore q_1q_2 = 7.5 \times 10^{-11}$ ……… (i)
$q_1 + q_2 = 20 \times 10^{-6}$ ……… (ii)
(i) ও (ii) $\Rightarrow q_1 = 5 \times 10^{-6}\text{C} = 5\ \mu\text{C}$
এবং $q_2 = 15 \times 10^{-6}\text{C} = 15\ \mu\text{C}$
বিকল্প: $q_1q_2 = 7.5 \times 10^{-11}$ C
এবং $q_1 + q_2 = 20 \times 10^{-6}$ C
∴ Option test করেও উত্তর হবে (a)।

08. The charges Q and 4Q are placed with a distance of 1 m between them. From the charge Q, determine the distance of the point on the connecting line where the electric field intensity is zero. (Q এবং 4Q চার্জ একে অপরের থেকে 1 m দূরত্বে স্থাপন করা হয়েছে। সংযোগকারী সরলরেখায় Q চার্জ থেকে কত দূরত্বে একটি বিন্দু অবস্থিত, যেখানে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা শূন্য হয়?) **[IUT'22-23; KUET'18-19]**

(a) $\frac{1}{2}$m (b) $\frac{1}{3}$m (c) $\frac{1}{4}$m (d) $\frac{3}{4}$m ⓑ



Sol^n: $E_1 = E_2$
$\Rightarrow \frac{Q}{x^2} = \frac{4Q}{(1-x)^2}$
$\Rightarrow 1 - x = 2x \therefore x = \frac{1}{3}$m

Shortcut: $x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} = \frac{1}{1+\sqrt{\frac{4Q}{Q}}} = \frac{1}{3}$ m

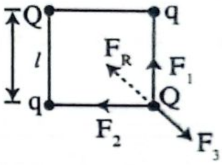
09. দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব $\frac{1}{3}$ গুণ করলে, এদের মধ্যকার বলের পরিবর্তন কতগুণ হবে? **[BUTEX'17-18; IUT'20-21]**

(a) 9 (b) [illegible] (c) $\frac{1}{}$ (d) $\frac{1}{}$ ⓐ

Sol^n: $F = \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0 d^2}$ [Coulomb এর সূত্র]
$\therefore F \propto \frac{1}{d^2}$ এবং $d_2 = \frac{1}{3}d_1$
$\Rightarrow \left(\frac{F_1}{F_2}\right) = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow F_2 = 9F_1$
[প্রশ্নে পরিবর্তিত বল কতগুণ হবে তা বোঝানো হয়েছে যার উত্তর: 9]

10. A charge Q is placed at each of the opposite corners of a square. A charge q is placed at each of the other two corners. If the net electrical force on Q is zero, then $\frac{Q}{q}$ equals. (একটি বর্গের বিপরীত প্রান্তদ্বয়ে একটি করে Q চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। বাকি দুই প্রান্তে একটি করে q চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। যদি Q চার্জের উপর মোট বৈদ্যুতিক বল শূন্য হয়, তবে $\frac{Q}{q}$ এর মান কত হবে?) **[IUT'19-20]**

(a) 1 (b) $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ (c) $-2\sqrt{2}$ (d) -1 ⓒ

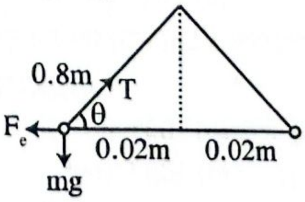


Sol^n: Force between q and Q;
$F_1 = F_2 = \frac{kQq}{l^2}$
Resultant of F_1 and
F_2, $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2.F_1F_2\cos 90°}$
$= \sqrt{2F_1^2 + 0} = \sqrt{2}F_1$
$\therefore F_3 = k.\frac{Q^2}{(\sqrt{2}l)^2}$
Now, $F_R + F_3 = 0$
$\Rightarrow F_R = -F_3 \Rightarrow \sqrt{2}.k.\frac{q.Q}{l^2} = -k.\frac{Q^2}{2l^2}$
$\Rightarrow \frac{Q}{q} = -2\sqrt{2}$ **(Ans.)**

11. দুইটি শোলা বলের প্রত্যেকটির ওজন 10^{-3} kg এবং 0.8 m দৈর্ঘ্যের সিল্কের সুতার মাধ্যমে একই বিন্দু থেকে ঝুলানো হয়েছে। এরা সমভাবে চার্জিত এবং একে অন্যকে 0.04 m দূরে বিকর্ষণ করে। প্রতি বলে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 5.6×10^{-9} C (b) 6.53×10^{-9} C
(c) 6.6×10^{-9} C (d) 3.14×10^{-9} C
(e) 8×10^{-9} C ⓒ

Sol^n:



$T\sin\theta = mg$; $T\cos\theta = F_e \therefore \tan\theta = \frac{mg}{F_e}$
$\cos\theta = \frac{0.02}{0.8} \therefore \tan\theta = \frac{\sqrt{0.8^2 - 0.02^2}}{0.02} = 39.99$
$r = 0.04$ m
$\Rightarrow F_e = \frac{mg}{\tan\theta} \Rightarrow k\frac{q^2}{r^2} = \frac{mg}{\tan\theta}$
$\Rightarrow q = \sqrt{mgr^2}$ $\sqrt{10^{-3}}$

12. A small object has charge Q. Charge q is removed from it and placed on a second small object. The two objects are placed 1 m apart. For the force that each object exerts on the other to be a maximum, q should be- (একটি ছোট বস্তুতে Q চার্জ রয়েছে। এই চার্জ থেকে q পরিমাণ চার্জ সরিয়ে একটি দ্বিতীয় ছোট বস্তুর উপর রাখা হয়। এরপর দুটি বস্তুকে 1 m দূরত্বে স্থাপন করা হয়। q এর মান কত হলে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে বল সর্বোচ্চ হবে? **[IUT'17-18]**

(a) 2Q (b) Q (c) $\frac{Q}{2}$ (d) $\frac{Q}{4}$ ⓒ

Sol^n: $F = \frac{k(Q-q)\times q}{1} \Rightarrow F = k\,[Qq - q^2]$

for F_{max} ; $\frac{dF}{dq} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dq}\{k(Qq - q^2)\} = 0$

$\Rightarrow k(Q - 2q) = 0 \Rightarrow Q = 2q \Rightarrow q = \frac{Q}{2}$ **(Ans.)**

13. 0.15 gm ভরের একটি শোলার বলে -6.68×10^{-9} C আধান দেওয়া আছে। $+6.54 \times 10^{-9}$ C আধান যুক্ত একটি বস্তু কত উপরে থেকে শোলার বলকে শূন্যে স্থির অবস্থায় রাখতে পারবে? **[KUET'16-17]**

(a) 2.0 cm (b) 1.64 cm
(c) 1.58 cm (d) 1.5 cm
(e) 1.48 cm ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{x^2} = mg$

$\Rightarrow 9 \times 10^9 \times \frac{(6.68\times10^{-9})(6.54\times10^{-9})}{x^2}$

$= 0.15 \times 10^{-3} \times 9.8$

$\Rightarrow x = 1.64 \times 10^{-2}\text{m} = 1.64$ cm

14. Two charges of $+1\,\mu$C and -1μC are placed at the corners of the base of an equilateral triangle. The length of a side of the triangle is 0.7 m. Find the electric field intensity at the apex of the triangle. $[k = 9 \times 10^9\ \text{Nm}^2\text{c}^{-2}]$ ($+1\,\mu$C এবং $-1\,\mu$C চার্জ দুটি একটি সমবাহু ত্রিভুজের ভূমির দুই প্রান্তে স্থাপন করা হয়েছে। ত্রিভুজটির এক বাহুর দৈর্ঘ্য 0.7 m। ত্রিভুজের শীর্ষ বিন্দুতে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের তীব্রতা কত হবে?) **[IUT'17-18]**

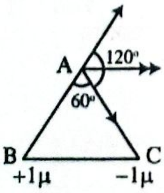
(a) 36.8 kN (b) 28.4 kN
(c) 18.4 kN (d) 18.4 N ⓒ

Sol^n: For, $+1\,\mu$C

$E_1 = \frac{kq_1}{d^2}$

$= \frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}}{0.7^2}$

$= 18.36$ kN



So, $E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \times \cos\theta$

$= 18.36^2 + 18.36^2 + 2 \times 18.36 \times 18.36 \times \cos120°$

$\Rightarrow E = 18.36$ kN ≈ 18.4 kN **(Ans.)**

15. কত তড়িৎ প্রাবল্যের ক্ষেত্রে একটি ইলেক্ট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে? **[SUST'12-13]**

(a) 5.57×10^{-11} NC^{-1} (b) 4.67×10^{-12} NC^{-1}
(c) 6.51×10^{-12} NC^{-1} (d) 5.57×10^{-11} NC^{-2}
(e) 5.57×10^{-10} NC^{-2} ⓐ

Sol^n: এক্ষেত্রে, $mg = qE$

$\therefore E = \frac{mg}{q} = \frac{9.1\times10^{-31}\times9.8}{1.6\times10^{-19}}$

$= 5.57 \times 10^{-11}$ NC^{-1}

16. 2×10^{-5} C চার্জ থেকে 20 cm দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্য- **[BUTEX'11-12]**

(a) 4.5×10^6 NC^{-1} (b) 3.5×10^5 NC^{-1}
(c) 3.5×10^6 NC^{-1} (d) 4.5×10^5 NC^{-1} ⓐ

Sol^n: $E = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{r^2}$

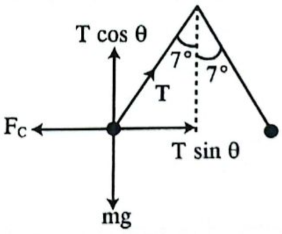
$= 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-5}}{(0.2)^2}$

$= 4.5 \times 10^6$NC^{-1}

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. দুটি গোলাকার বস্তুর প্রতিটির ভর 0.030 kg এবং এরা একই বিন্দু থেকে 35 cm দৈর্ঘ্যের দুটি সুতা দিয়ে ঝুলানো রয়েছে। প্রতিটি বস্তুকে q পরিমাণ চার্জে চার্জিত করা হলে এরা উল্লম্বের সাথে 7° কোণে থাকে। q চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[BUET'25-26]**

Sol^n:



সুতরার টান T হলে, সাম্যাবস্থায়, $T\sin\theta = F_c$

$T\cos\theta = mg$

$\Rightarrow \tan\theta = \frac{F_c}{mg} = \frac{K\frac{q^2}{d^2}}{mg}$ [d = বস্তুদ্বয়ের দূরত্ব $= 2L\sin\theta$

$= 2 \times 0.35 \times \sin 7° = 0.0853$ m]

$\Rightarrow \tan 7° = \frac{9\times10^9\times\frac{q^2}{0.0853^2}}{0.03\times9.8}$

$\therefore q = 170.83 \times 10^{-9}$C

$= 170.83$ nC **(Ans.)**

02. পৃথিবী পৃষ্ঠের সন্নিকটে বায়ুশূন্য স্থানে y অক্ষের, y = 10 m বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন অবস্থিত। y অক্ষের কোন বিন্দুতে প্রথম ইলেকট্রনের সাপেক্ষে দ্বিতীয় ইলেকট্রন রাখলে, তাদের মধ্যস্থিত স্থিরবিদ্যুতীয় বল, প্রথম ইলেকট্রনের উপর ক্রিয়াশীল মাধ্যাকর্ষণ বলের ভারসাম্য রক্ষা করবে? $[g = 9.8\ \text{ms}^{-2}]$ **[BUET'18-19]**

Sol^n: $F_e = F_g$

$\Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q^2}{a^2} = m_e g$

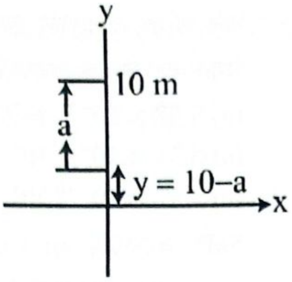
$\Rightarrow a^2 = \frac{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}{9.11\times10^{-31}\times9.8}$

$= 25.8\ m^2$

$a = 5.08\ m$

$\therefore y = 10 - 5.08$

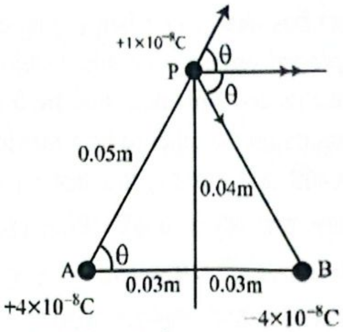
$= 4.92\ m$ **(Ans.)**



03. $4.0\times10^{-8}C$ মানের ক্ষুদ্র সমান ও বিপরীত জাতীয় আধান 6.0 cm ব্যবধানে A ও B বিন্দুতে অবস্থিত। আধানদ্বয়ের সংযোগ সরল রেখা AB এর লম্বসমদ্বিখণ্ডকের উপর 4.0 cm দূরে p বিন্দুতে স্থাপিত $1.0\times10^{-8}C$ আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। $\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\times10^9 Nm^2C^{-2}\right]$

[BUET'13-14]

Sol^n:



$R^2 = F^2 + F^2 + 2F^2\cos2\theta$

$\Rightarrow R^2 = 2F^2(1+\cos2\theta)$

$\Rightarrow R^2 = 2F^2.\ 2\cos^2\frac{2\theta}{2}$

$\Rightarrow R = 2F\cos\theta = 2\times\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1Q_2}{r^2}\times\cos\theta$

$= 2\times\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{(4\times10^{-8}\times1\times10^{-8})}{(0.05)^2}\times\frac{0.03}{0.05}$

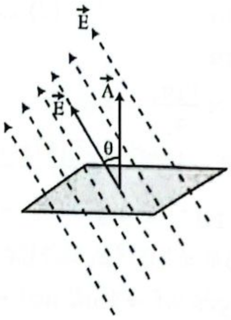
$= \frac{6}{5}\times9\times10^9\times\frac{(4\times10^{-16})}{(0.05)^2}N$

$= 1.728\times10^{-3}N$

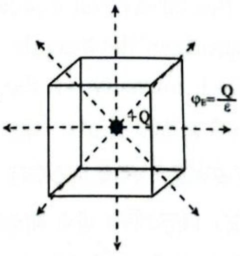
T-02: গাউসের সূত্র ও এর সাহায্যে প্রাবল্য নির্ণয়

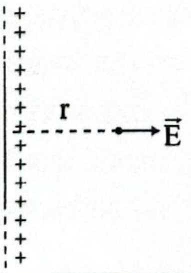
কনসেপ্ট রিভিউ

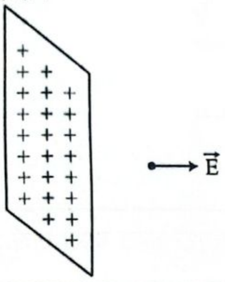
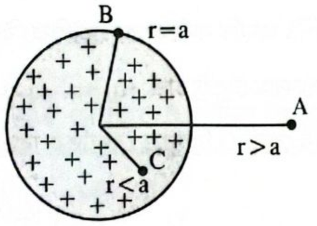
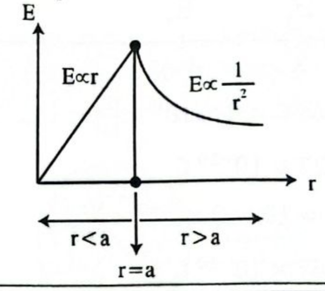
- তড়িৎ ফ্লাক্স: $\varphi_E = \vec{E}\cdot\vec{A} = EA\cos\theta$; একক: Nm^2C^{-1} বা Vm [এখানে, θ = তলের লম্বের সাথে বা ক্ষেত্রফল ভেক্টরের সাথে তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎপন্ন কোণ]



- কোনো আবদ্ধ স্থানে মোট তড়িৎ ফ্লাক্স $= \varphi_E = \oint\vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon} = \frac{\text{আবদ্ধ স্থানের চার্জ}}{\text{মাধ্যমের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা}}$



বিস্তৃত চার্জের প্রকৃতি	প্রাবল্য
অসীমে বিস্তৃত রৈখিক ভাবে চার্জিত পরিবাহী (রৈখিক চার্জ ঘনত্ব, $\lambda = \frac{q}{l} = \frac{\text{চার্জ}}{\text{দৈর্ঘ্য}}$) 	◆ $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon r}$ [পরিবাহী থেকে r দূরত্বে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য]

বিস্তৃত চার্জের প্রকৃতি	প্রাবল্য
অসীমে বিস্তৃত সুষমভাবে চার্জিত পরিবাহী তল। (চার্জ ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{\text{চার্জ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$) 	◆ $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon}$ [পরিবাহীর নিকটস্থ যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্য]
চার্জিত অপরিবাহী নিরেট গোলক। (চার্জ ঘনত্ব, $\rho = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3}$) 	◆ $E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2} = \frac{\rho a^3}{3\varepsilon r^2}$ $\therefore \boxed{E \propto \frac{1}{r^2}}$ [r > a এর জন্য] ◆ $E_B = \frac{\rho a}{3\varepsilon}$ [ধ্রুবক] [r = a এর জন্য] ◆ $E_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a^3}r = \frac{\rho r}{3\varepsilon}$ $\therefore \boxed{E \propto r}$ [r < a এর জন্য] 

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. গাউসের সূত্র কোনটি? **[BUET'24-25]**

(a) $\oint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0}$ (b) $\int F\,du = W$

(c) $F = \frac{Cq_1q_2}{r^2}$ (d) $E = \frac{F}{q}$ ⓐ

02. একটি তড়িৎ দ্বি-মেরু একটি গোলাকার গাউসীয় তলের কেন্দ্রে অবস্থান করছে। সম্পূর্ণ গাউসীয় তলে বৈদ্যুতিক ফ্লাক্স φ কত? **[SUST'24-25]**

(a) $\varphi = 0$ (b) $\varphi = 1$

(c) $\varphi > 1$ (d) $\varphi < 1$ ⓐ

Sol^n^: $\varphi = \frac{\Sigma q}{\varepsilon} = \frac{+q-q}{\varepsilon} = 0$

03. R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি সুষম চার্জিত ফাঁপা সিলিন্ডারের ভিতরে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের মান হবে- **[BUET'10-11]**

(a) অসীম (b) শূন্য

(c) R এর সমানুপাতিক (d) R^2 এর সমানুপাতিক ⓑ

Sol^n^: সিলিন্ডারের ফাঁপা অংশে কোনো চার্জ না থাকায় গাউসের সূত্রানুসারে E = 0। Note: ভিতরে বলতে ফাঁপা অংশকে বুঝানো হয়েছে।

04. A physics instructor charges an electrostatic generator to 25 μC, then carries it into the lecture hall. The net electric flux in $N.m^2C^{-1}$ through the lecture hall wall is- (একজন পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষক একটি ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক জেনারেটরে 25 μC চার্জ দেন, তারপর সেটি নিয়ে লেকচার হলে প্রবেশ করেন। লেকচার হলের দেয়ালের নিট বৈদ্যুতিক ফ্লাক্স $N.m^2C^{-1}$ এককে কত হবে?) **[IUT'17-18]**

(a) 0 (b) 25×10^{-6}

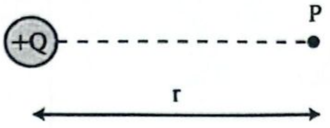
(c) 2.2×10^5 (d) 2.8×10^6 ⓓ

Sol^n^: $\varphi = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{25\times10^{-6}}{8.85\times10^{-12}} = 2.8 \times 10^6$

T-03: তড়িৎ বিভব

কনসেপ্ট রিভিউ

- P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r}$
- (+) ve চার্জ এর জন্য বিভব V → (+) ve
- (−) ve চার্জ এর জন্য বিভব V → (−) ve
- একক JC^{-1} বা, V

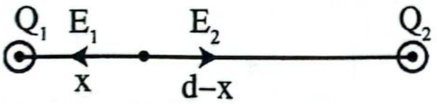


বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে একজন ছাত্র 0.4 m এবং 0.6 m ব্যাসার্ধের দুটি গোলককে চার্জিত করে, গোলক দুটির বিভব যথাক্রমে 5 V এবং 10 V এ উন্নীত করে পরস্পর হতে 1 m দূরত্বে স্থাপন করল। গোলকদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখার কোথায় প্রাবল্যের মান শূন্য হবে? **[CKRUET'23-24]**

(a) 37.0 m (b) 0.47 m (c) 0.37 m (d) 0.36 m
(e) 36 m ⓒ

Solⁿ:



$V_1 = k\frac{Q_1}{r_1} \Rightarrow 5 = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_1}{0.4}$

$\therefore Q_1 = 2.22 \times 10^{-10}$ C

$V_2 = k\frac{Q_2}{r_2} \Rightarrow 10 = 9 \times 10^9 \times \frac{Q_2}{0.6}$

$\therefore Q_2 = 6.67 \times 10^{-10}$ C

$E_1 - E_2 = 0 \Rightarrow k\frac{Q_1}{x^2} = k\frac{Q_2}{(d-x)^2}$

$\Rightarrow \frac{d-x}{x} = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \Rightarrow \frac{d}{x} - 1 = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$

$\Rightarrow x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}} = \frac{1}{1+\sqrt{\frac{6.67}{2.22}}} = 0.37$ m

02. What is the electric potential at the mid-point of the line connecting two charges of magnitudes +1.00 μC and −5.00 μC and separated by a distance of 1 m? (1 m দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জ +1.00 μC এবং −5.00 μC এর সংযোগকারী সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ বিভব কত হবে?) **[IUT'22-23]**

(a) -7.00×10^4 V (b) -7.20×10^4 V
(c) -7.50×140^4 V (d) -7.40×10^4 V ⓑ

Solⁿ: $V = V_1 + V_2 = \frac{kQ_1}{r} + \frac{kQ_2}{r}$

$= \frac{9\times10^9}{0.5} \times (1-5) \times 10^{-6}$

$= -7.2 \times 10^4$ V

03. দুটি চার্জিত সংযুক্ত বস্তুর মধ্যে চার্জ প্রবাহিত হতে থাকে যতক্ষণ না তাদের- **[BUTEX'14-15]**

(a) চার্জ সমান হয় (b) বিভব সমান হয়
(c) ধারকত্ব সমান হয় (d) সঞ্চিত শক্তি সমান হয় ⓑ

04. a বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের কৌণিক বিন্দু A, B, C ও D তে যথাক্রমে চারটি চার্জ +q, +q, −q ও −q স্থাপন করা হল। উহার কেন্দ্র O বিন্দুতে বৈদ্যুতিক বিভবের মান হবে- **[BUET'13-14]**

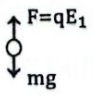
(a) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a}$ (b) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2q}{a}$
(c) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{4q}{a}$ (d) 0 ⓓ

Solⁿ: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{\frac{a}{\sqrt{2}}}(q + q - q - q) = 0$ V

05. এক ফোঁটা তেলকে 400V বিভব পার্থক্য দ্বারা স্থির রাখা হয়। একই পরিমাণ আধানযুক্ত দ্বিগুণ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট আরেকটি ফোঁটাকে স্থিরাবস্থায় রাখতে বিভব পার্থক্যের প্রয়োজন হবে- **[BUET'07-08]**

(a) 800 V (b) 1600 V
(c) 3200 V (d) 400 V ⓒ

Solⁿ: স্থিরাবস্থায় রাখতে হলে, $E_1 = \frac{mg}{q}\left[m = \frac{4}{3}\pi r^3\rho\right]$



অন্য ক্ষেত্রে, $m' = \frac{4}{3} \times \pi \times (2r)^3 \times \rho$

$= 8 \times \frac{4}{3}\pi r^3\rho = 8 \times m$

$E_2 = \frac{8\times m\times g}{q}$ [একই চার্জ]$= 8E_1$

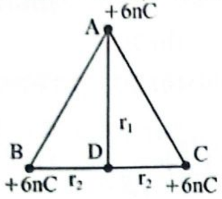
$\Rightarrow \frac{V_2}{r} = 8 \times \frac{V_1}{r}$

$\Rightarrow V_2 = 8 \times V_1 = 8 \times 400\text{ V} = 3200$ V

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভড

01. একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিন কোণায় প্রতিটি +6 nC মানের তিনটি চার্জ রাখা আছে। ত্রিভুজের প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য 0.12 m হলে যেকোনো বাহুর মধ্যবিন্দুতে বিভব নির্ণয় করো। **[BUTEX'25-26]**

Sol^n:



D বিন্দুতে বিভব,

$V_D = V_A + V_B + V_C$

$= 9 \times 10^9 \times \left(\frac{q_A}{r_1} + \frac{q_B}{r_2} + \frac{q_C}{r_2}\right)$

$= 9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-9} \times$

$\left(\frac{1}{\frac{3\sqrt{3}}{50}} + \frac{1}{0.06} + \frac{1}{0.06}\right)$

$= 2319.615$ V **(Ans.)**

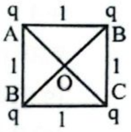
$r_2 = 0.06$ m;

$R_1 = \sqrt{AB^2 - BD^2}$

$= \sqrt{0.12^2 - 0.06^2}$

$= \frac{3\sqrt{3}}{50}$

02. 1.0 m বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণায় 5×10^{-9} C চার্জ স্থাপন করা হলো, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর। **[RUET'07-08]**



Sol^n: O থেকে প্রতিটি কোণার দূরত্ব,

$r = \frac{\sqrt{1^2+1^2}}{2}$

$= \frac{1}{\sqrt{2}}$ m

∴ বিভবের মান, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r}\right)$

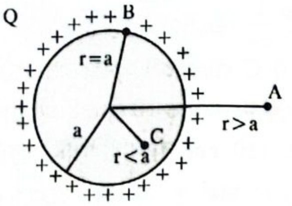
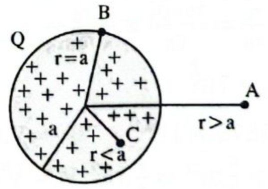
$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{4q}{r}$

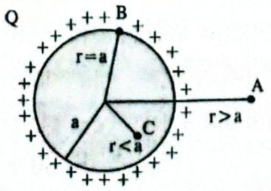
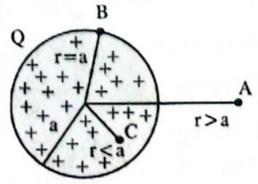
$= \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 5 \times 10^{-9}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

$= 254.56$ V

T-04: গোলকের বিভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য ওতড়িৎ প্রাবল্য ও তড়িৎ বিভব নির্ণয়

কনসেপ্ট রিভিউ

পরিবাহী ফাঁপা গোলক/ অপরিবাহী ফাঁপা গোলক/ পরিবাহী নিরেট গোলক	অপরিবাহী নিরেট গোলক
 ◆ r = গোলকের কেন্দ্র হতে বিন্দুর দূরত্ব ◆ চার্জগুলো পরিবাহীর পৃষ্ঠে বণ্টিত হয়। ◆ গোলকের বাইরে প্রাবল্য (r > a): $E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}$ ◆ গোলকের পৃষ্ঠে প্রাবল্য (r = a): $E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a^2}$ ◆ গোলকের ভেতরে প্রাবল্য (r < a): $E_C = 0$	 ◆ চার্জ পরিবাহীর সর্বত্র বণ্টিত হয় (অনেকটা তরমুজের বীজের মতো) ◆ গোলকের বাইরে প্রাবল্য (r > a): $E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r^2}$ ◆ গোলকের পৃষ্ঠে প্রাবল্য (r = a): $E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a^2}$ ◆ গোলকের ভেতরে প্রাবল্য (r < a): $E_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a^3}r$

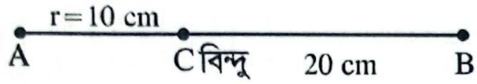
পরিবাহী ফাঁপা গোলক/ অপরিবাহী ফাঁপা গোলক/পরিবাহী নিরেট গোলক	অপরিবাহী নিরেট গোলক
 $V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r}; r > a$ $V_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a}; r = a$ $V_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a}; r < a$	 $V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{r}; r > a$ $V_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{a}; r = a$ $V_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q}{2a^3}(3a^2 - r^2); r < a$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. সমান ব্যাসার্ধের দুটি গোলক A ও B শূন্যস্থানে পরস্পর থেকে 30 cm দূরে অবস্থিত। A গোলককে চার্জ $+3 \times 10^{-12}$ C এবং B গোলককে চার্জ $+12 \times 10^{-12}$ C আছে। গোলক A থেকে 10 cm দূরে অবস্থিত একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। **[CUET'25-26]**

(a) 0.54 V　(b) 0.81 V
(c) 8.10 V　(d) 1.215 V　(e) 0.9 V　ⓑ

Solⁿ:



C বিন্দুতে তড়িৎ বিভব = A বিন্দু কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎ বিভব +B বিন্দু কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎ বিভব

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{3\times10^{-12}}{10\times10^{-2}} + \frac{12\times10^{-12}}{20\times10^{-2}}\right) = 0.81 \text{ V}$$

02. ব্যাসার্ধ 8 cm ও 1.5 C চার্জ বিশিষ্ট 70 টি গোলাকার বৃষ্টির ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হলে, বড় ফোঁটাটির বিভব কত হবে? **[CUET'25-26; CKRUET'23-24; KUET'14-15]**

(a) 2.86×10^{12} V　(b) 28.60×10^{12} V
(c) 8.26×10^{12} V　(d) 2.68×10^{11} V
(e) 26.08×10^{13} V　ⓐ

Solⁿ: $V_B = \frac{kQ_B}{r_B}; V_S = \frac{kQ_s}{r_S} = \frac{9\times10^9\times1.5}{8\times10^{-2}}$

$= 1.6875 \times 10^{11}\text{V}; Q_B = 70\,Q_s$

$\frac{V_B}{V_S} = \frac{Q_B}{Q_S} \times \frac{r_s}{r_B} = \frac{70\times Q_s}{Q_S} \times \frac{r_S}{\sqrt[3]{70}\times r_S}$

$\Rightarrow V_B = V_S \times 70^{\frac{2}{3}}$

$\therefore V_B = 1.6875 \times 10^{11} \times 70^{\frac{2}{3}} = 2.866 \times 10^{12}$ V

বিকল্প: $70 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3, R = \sqrt[3]{70}r$

$V' = \frac{kQ'}{R} = \frac{9\times10^9\times1.5\times70}{\sqrt[3]{70}r}$

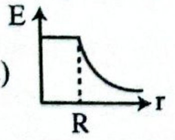
$= 2.866 \times 10^{12}\text{V}$

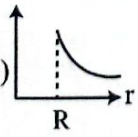
Shortcut: $V_{\text{Large}} = N^{\frac{2}{3}} \times V_{\text{small}}$

$= 70^{\frac{2}{3}} \times 1.6875 \times 10^{11}$

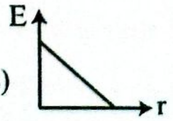
$= 2.866 \times 10^{12}$ V

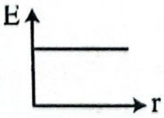
03. কোনো ফাঁপা চার্জিত গোলকের কেন্দ্র থেকে দূরে যাওয়ার সময় তড়িৎ প্রাবল্য কীভাবে পরিবর্তিত হয়? **[BUET'24-25]**

(a)


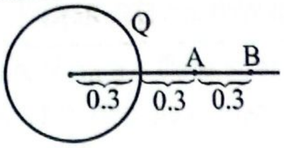
(b)


ⓑ

(c)


(d)


Solⁿ: ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠের ভেতর প্রাবল্য শূন্য। পৃষ্ঠ থেকে দূরে যাওয়ার সময় $E \propto \frac{1}{r^2}$ হারে পরিবর্তিত হয়।

04.


A, B তে প্রাবল্যের অনুপাত? **[BUET'24-25]**

(a) 9:4　(b) 3:2
(c) 4:9　(d) 2:3　ⓐ

Solⁿ: $\frac{E_A}{E_B} = \frac{\frac{Q}{r_A^2}}{\frac{Q}{r_B^2}} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$

$= \left(\frac{0.9}{0.6}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$

05. কোনো গোলকের পৃষ্ঠে 20 coulomb মানের 10টি চার্জ সুষমভাবে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। উক্ত গোলকের ব্যাসার্ধ 15 cm। গোলকের কেন্দ্র থেকে 5 cm দূরে বিভব কত? **[BUTEX'17-18]**

(a) 1.2×10^{13}V　(b) 3.6×10^{13}V
(c) 8×10^{13}V　(d) 7.2×10^{14}V　ⓐ

Solⁿ: গোলকের অভ্যন্তরে বিভব পৃষ্ঠের বিভবের সমান। গোলকের কেন্দ্র হতে 5 cm দূরে বিভব = গোলকের পৃষ্ঠের বিভব

⇒ মোট চার্জ = 20 × 10 = 200 coulomb

$\Rightarrow V_{in} = \frac{kQ}{R} = \frac{9\times10^9\times200}{\left(\frac{15}{100}\right)}$

$= 1.2 \times 10^{13}$ V

06. Two 10 C charge is placed on the surface of a sphere with radius 10 cm. Find the potential at the Centre. (10 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি গোলকের পৃষ্ঠে দুটি 10 C চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। গোলকের কেন্দ্রে তড়িৎ বিভব কত হবে?) **[IUT'11-12]**

(a) 1.8×10^{12} V　(b) 2.8×10^{12} V
(c) 1.3×10^{12} V　(d) 3.8×10^{12} V　ⓐ

Solⁿ: $V = k\frac{Q}{R} = 9 \times 10^9 \times \frac{10\times2}{10\times10^{-2}}$

$= 1.8 \times 10^{12}$ V

07. The electric potential at the surface of an atomic nucleus ($z = 50$) of radius 9.0×10^{-13} cm is- (একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পৃষ্ঠে তড়িৎ বিভব কত হবে, যদি নিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা ($z = 50$) এবং ব্যাসার্ধ 9.0×10^{-13} cm হয়?) **[IUT'10-11]**

(a) 9 V　(b) 60 V
(c) 9×10^5 V　(d) 8×10^6 V　ⓓ

Solⁿ: $V = 9 \times 10^9 \cdot \frac{q}{r}$

$= 9 \times 10^9 \cdot \frac{50\times1.6\times10^{-19}}{(9\times10^{-13}\times10^{-2})} = 8 \times 10^6$ V

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 20 সে.মি. ব্যাসার্ধের একটি পরিবাহী গোলকের তল সুষমভাবে 3 মাইক্রো-কুলম্ব আধানে আহিত। গোলকের পৃষ্ঠে এবং কেন্দ্র থেকে 30 সে.মি. দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর। **[KUET'19-20]**

Sol

Solⁿ: গোলকের পৃষ্ঠে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{r_1^2} = 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-6}}{(20\times10^{-2})^2}$$
$$= 6.75\times10^5\ \mathrm{NC^{-1}}$$

কেন্দ্র থেকে 30cm দূরে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q}{r_2^2} = 9\times10^9\times\frac{3\times10^{-6}}{(30\times10^{-2})^2}$$
$$= 3\times10^5\ \mathrm{NC^{-1}}\ \textbf{(Ans.)}$$

02. প্রতিটি 220 V এ চার্জিত সমআকারের আটটি ছোট গোলাকার ফোঁটাকে মিলিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হল। বড় ফোঁটার বিভব কত হবে? **[BUET'14-15, 11-12, 08-09]**

Solⁿ: ধরি, প্রতিটি গোলকের চার্জ Q;

এখন, $8\times\left(\frac{4}{3}\pi\right)r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3; R = 2r\ \dots\dots\dots\ \text{(i)}$

আমরা জানি, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{q}{r}$

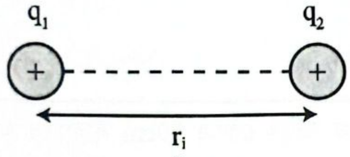
বড় ফোটার বিভব V′ এবং প্রতিটি ছোট ফোটার বিভব V হলে,

$$\frac{V'}{V} = \frac{q'}{q}\times\left(\frac{r}{R}\right) = \frac{8q}{q}\times\left(\frac{r}{2r}\right) = \frac{8}{2} = 4$$

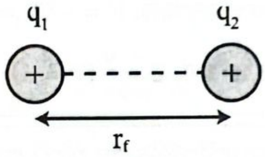
$\therefore V' = 4V = 4\times220\ V = 880\ V$ **(Ans.)**

T-05: তড়িৎ বিভবশক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ



$$E_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1q_2}{r_i}$$



$$E_f = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1q_2}{r_f}$$

- দুইটি চার্জের মধ্যে তড়িৎ বিভবশক্তি, $E_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1q_2}{r}$
- চার্জ স্থানান্তরে বাহ্যিক বল দ্বারা কৃতকাজ, W = স্থানান্তরের পরে বিভবশক্তি (E_f) − স্থানান্তরের আগে বিভবশক্তি $(E_i) = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_1q_2}{r_f} - \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q_2q_1}{r_i} = \frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon}\left[\frac{1}{r_f}-\frac{1}{r_i}\right]$
- ΔV বিভব পার্থক্যে q চার্জ স্থানান্তরে কৃতকাজ, $W = q\Delta V$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 10 m ব্যাসার্ধের বৃত্তের কেন্দ্রে 10 μC তড়িতাধান অবস্থিত। একটি একক ধনাত্মক আধানকে বৃত্তের পরিধি বরাবর একবার প্রদক্ষিণ করাতে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? **[RUET'24-25]**

(a) 0 (b) 100 J (c) 10 J (d) 150 J
(e) 100×10^{-6} J ⓐ

Solⁿ: বৃত্তের পরিধির সকল বিন্দুর দূরত্ব সমান। তাই, বিভব সমান বলে কৃতকাজ শূন্য। $W = q\Delta V = 0$ J

02. m kg ভর এবং Q কুলম্ব চার্জ বিশিষ্ট একটি ধনাত্মক চার্জ কণা স্থিরাবস্থা হতে V volt বিভব পার্থক্যে চালিত হয়। J এককে এর গতিশক্তি হলো- **[BUTEX'14-15]**

(a) QV (b) mQV (c) $\frac{mQ}{V}$ (d) $\frac{m}{QV}$ ⓐ

Solⁿ: গতিশক্তি = কৃতকাজ = W = VQ

03. What work is done when 5.0C charge is moved through an electric potential difference of 1.5V? (1.5V বৈদ্যুতিক বিভব পার্থক্যের মধ্যে 5.0C চার্জ সরানো হলে কত কাজ সম্পন্ন হয়?) **[IUT'14-15]**

(a) 8.3J (b) 8.5J (c) 7.5J (d) 7.8J ⓒ

Solⁿ: $W = q\Delta V = 1.5\times5 = 7.5$ J

04. বজ্রপাতের সময় 30 C চার্জ 1.0×10^8 V বিভব পার্থক্যের মধ্যে 2.0×10^{-2}s সময়ে নিঃসরিত হয়। ঐ বজ্রনিনাদের সাথে অবমুক্ত শক্তির পরিমাণ হল- **[BUET'12-13, 11-12]**

(a) 1.5×10^{11} J (b) 3.0×10^9 J
(c) 6.0×10^7 J (d) 3.3×10^6 J ⓑ

Solⁿ: $W = q\Delta V$
$= 30\times1\times10^8$
$= 3\times10^9$ J

05. একটি তড়িৎক্ষেত্রের দুইটি বিন্দু A এবং B এর মধ্যে 10 V বিভব পার্থক্য বিদ্যমান। কী পরিমাণ চার্জকে A থেকে B বিন্দুতে সরাতে 2.0×10^{-2} J কাজ করতে হবে? **[BUET'10-11]**

(a) 5.0×10^{2} C (b) 5.0×10^{-2} C

(c) 2.0×10^{-1} C (d) 2.0×10^{-3} C ⓓ

Sol^n: $W = q\Delta V$

$\Rightarrow q = \frac{W}{\Delta V}$

$= \frac{2\times10^{-2}}{10}$ C

$= 2 \times 10^{-3}$C

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 20 μC বিশিষ্ট একটি চার্জ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র তৈরি করে। চার্জটি থেকে 10 cm এবং 5 cm দূরত্বে দুটি বিন্দুর অবস্থান। একটি বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন নিতে কাজের পরিমাণ বের কর। **[BUET'06-07]**

Sol^n: আমরা জানি,

$W = q(V_2 - V_1)$

$= q\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

$= 20 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{9} \times 1.6 \times 10^{-19}\left(\frac{1}{0.05} - \frac{1}{0.1}\right)$

$= 2.88 \times 10^{-13}$ J **(Ans.)**

এখানে,

$q = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$Q = 20 \times 10^{-6}$ C

$r_1 = 10$ cm $= 0.1$ m

$r_2 = 5$ cm $= 0.05$ m

T-06: বিভব ও প্রাবল্যের সম্পর্ক

কনসেপ্ট রিভিউ

- যেকোনো তড়িৎক্ষেত্রের জন্য, $\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{k}\right)$
- সুষম তড়িৎক্ষেত্রের জন্য, $E = \frac{V}{d}$ [V = d দূরত্বে অবস্থিত দুইটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন তড়িৎ ক্ষেত্রের একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব $V = x - y + 2z$ হলে, ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত? **[SUST'25-26; KUET'24-25]**

(a) $-(\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k})$ (b) $-(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})$

(c) $-(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ (d) $-(1 + x + z)$ ⓐ

Sol^n: $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$

$= -\left[\hat{i}\frac{\partial}{\partial x}(x - y + 2z) + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y}(x - y + 2z) + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}(x - y + 2z)\right]$

$= -(\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k})$

02. An electron is released from the rest at one point in a uniform electric field and moves a distance of 10 cm in 10^{-1}s. What is the voltage between the two points? (একটি ইলেকট্রন একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি বিন্দু থেকে স্থির অবস্থায় ছেড়ে দেওয়া হয় এবং 10^{-1}s সময়ে 10 cm দূরত্ব অতিক্রম করে। ঐ দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য কত?) **[IUT'17-18]**

(a) 11.375 pV (b) 1.1375 kV

(c) 11375 V (d) 11.375 V ⓐ

Sol^n: $s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = 20$ ms^{-2}

$E = \frac{ma}{q} = 1.1375 \times 10^{-10}$ NC^{-1}

$V = Ed = 1.1375 \times 10^{-11}$ V

$= 11.375$ pV **(Ans.)**

03. 1টি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে 50cm ব্যবধানে অবস্থিত দু'টি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200V হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে- **[BUTEX'13-14]**

(a) 850 Vm^{-1} (b) 1000 Vm^{-1}

(c) 800 Vm^{-1} (d) 400 Vm^{-1}

Sol^n: $E = \frac{V}{d} = \frac{200}{0.5} = 400$V

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 10 টি ইলেকট্রন যুক্ত একটি 3×10^{-9} kg ভরের তৈল বিন্দু 5m ব্যবধানে দুটি পাতের মধ্যে স্থির রাখতে বিভব পার্থ কত? **[BUET'24-2**

Sol^n: আমরা জানি, W = mg

আবার, V = Ed

$\therefore F = qE = q\frac{V}{d}$

প্রশ্ন অনুসারে, W = F

$\Rightarrow mg = q\frac{V}{d}$

$\Rightarrow V = \frac{mgd}{q}$

$= 9.1875 \times 10^{10}$V **(Ans.)**

এখানে, q = 10e C

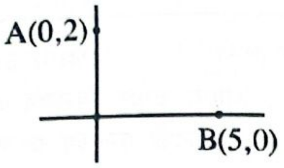
$= 10 \times 1.6 \times 10^{-19}$ C

$= 1.6 \times 10^{-18}$ C

$m = 3 \times 10^{-9}$ kg

$g = 9.8$ ms^{-2}

d = 5m

02. 

যদি $E_x = 3x$, $E_y = 4$ তবে, $V_B - V_A = ?$ **[BUET'24-25]**

Sol

$\mathbf{Sol^n}$: $\vec{E} = (3x\hat{i} + 4\hat{j})NC^{-1}$

$d\vec{r} = dx\hat{i} + dy\,\hat{j}$

$\therefore V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$

$= -\int_0^5 3xdx - \int_2^0 4dy$

$= -\left[\frac{3x^2}{2}\right]_0^5 - [4y]_2^0$

$= -29.5$ V **(Ans.)**

03. $100\ cm^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট দুটি ধাতব পাত 10 mm দূরত্বে রেখে 100V বিভব পার্থক্য দিলে মধ্যবর্তী স্থানে প্রাবল্য কত? **[BUET'23-24]**

$\mathbf{Sol^n}$: $E = \frac{V}{d} = \frac{100}{0.01} NC^{-1} = 10000\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

04. একটি ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 5 mm হলে এর মধ্যে রাখা 10 টি ইলেকট্রন বহনকারী একটি তেলের ফোঁটার ভারসাম্য রক্ষা করতে কত বিভব প্রয়োগ করতে হবে তা নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, তেলের ফোঁটার ভর 3×10^{-16} kg. **[BUET'19-20]**

$\mathbf{Sol^n}$: $mg = qE$

$\Rightarrow 3 \times 10^{-16} \times 9.8 = 10 \times 1.6 \times 10^{-19} \times E$

$\therefore E = 1837.5\ NC^{-1}$

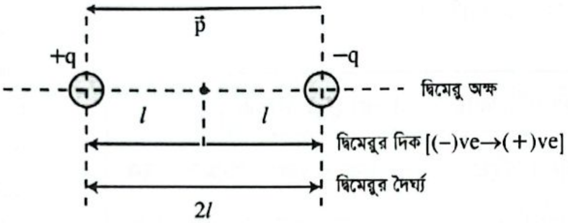
$V = Ed = (1837.5 \times 5 \times 10^{-3})V = 9.1875$ V

২য় পত্র অধ্যায়-০২

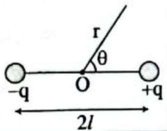
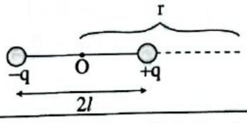
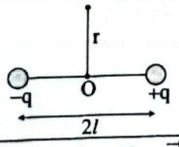
T-07: তড়িৎ দ্বিমেরু

কনসেপ্ট রিভিউ

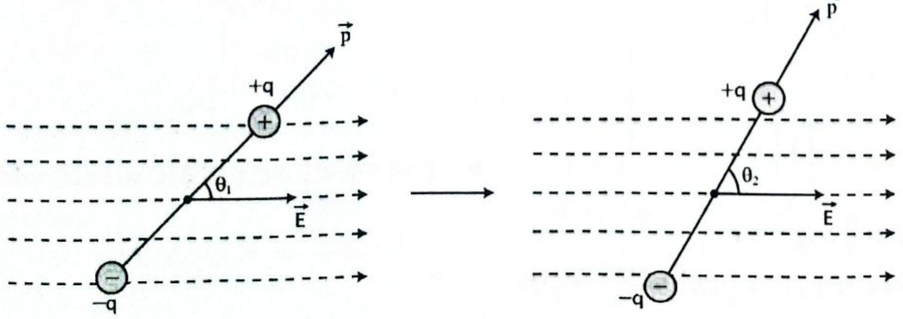
- দ্বিমেরু ভ্রামক, $\vec{p} = q(2\vec{l})$
- মান, $p = 2lq$; একক Cm



- দ্বিমেরুর বিভব ও প্রাবল্য:

Case	চিত্র	প্রাবল্য	বিভব
(i) যেকোনো বিন্দুতে		$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{p\sqrt{1 + 3\cos^2\theta}}{r^3}$ যখন, $r \gg l$	$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{p\cos\theta}{r^2}$ যখন, $r \gg l$
(ii) দ্বিমেরু অক্ষের উপর কোনো বিন্দু ($\theta = 0°$)		$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{2p}{r^3}$ যখন, $r \gg l$	$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{p}{r^2}$ যখন, $r \gg l$
(iii) দ্বিমেরুর লম্ব সমদ্বিখণ্ডকের উপর কোনো বিন্দুতে ($\theta = 90°$)		$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{p}{r^3}$ যখন, $r \gg l$	$V = 0$ যখন, $r \gg l$

- তড়িৎক্ষেত্রে দ্বিমেরুর উপর প্রযুক্ত টর্ক, $\tau = pE\sin\theta$; $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$
- তড়িৎক্ষেত্রে দ্বিমেরুকে ঘুরাতে ($\theta_1 \rightarrow \theta_2$) কৃতকাজ, $W = pE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুড

01. একটি দ্বিমেরুর চার্জ $\pm 12\ \mu C$ এবং তারা 0.5 cm দূরে অবস্থিত। তাদের লম্বদ্বিখণ্ডক বরাবর মধ্যবিন্দু থেকে 15 cm দূরে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় কর। **[CUET'25-26]**

(a) 1.499×10^5 N/C (b) 1.699×10^5 N/C

(c) 2.599×10^5 N/C (d) 2.699×10^5 N/C

(e) 1.599×10^5 N/C ⓒ

Sol^n: $l = 0.5\ \text{cm} \times \frac{1}{2} = 0.25\ \text{cm}$

দ্বিমেরু ভ্রামক, $P = 2ql$

$= 0.5 \times 10^{-2} \times 12 \times 10^{-6}$

প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{P}{r^3}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{0.5\times10^{-2}\times12\times10^{-6}}{(15\times10^{-2})^3}$

$= 1.599 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুড

01. +100 nC দুইটি চার্জকে 10μm দূরত্বে রেখে দ্বিমেরু গঠন করা হলো। দ্বিমেরুটিকে 3 kV/m তড়িৎক্ষেত্রের সমান্তরালে স্থাপন করে 90° কোণে ঘুরাতে কৃতকাজ কত? **[RUET'25-26]**

Sol^n: কৃতকাজ, $W = pE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

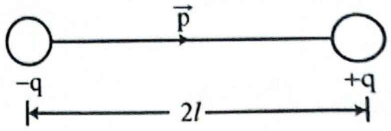
$= q(2L)E(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$= 100 \times 10^{-9} \times 10 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^3 (\cos 0^\circ - \cos 90^\circ)$

$= 3 \times 10^{-9}$ J **(Ans.)**

02. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকের সংজ্ঞা লিখ। **[MIST'23-2**

Sol^n: তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকঃ কোনো তড়িৎ দ্বিমেরুর এর আধানের পরিমাণ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফল তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক বলে। তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামককে p দ্ব প্রকাশ করা হয়। $\vec{p} = q \cdot \vec{2l}$



চিত্র: তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক

সুতরাং, তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক, $p = q \times 2l = 2ql$। p এ দিক হবে তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর ঋণাত্মক আধান থে ধনাত্মক আধানের দিকে। এর একক হচ্ছে কুলম্ব-মিটার (C

03. একটি তড়িৎ দ্বিমেরু 1×10^{-4}C মানের দুইটি বিপরীত চ দ্বারা গঠিত এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2cm। দ্বি-মের $1 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}$ মানের তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত। দ্বিমেরুটি ঘুরিয়ে বিপরীত অভিমুখে স্থাপন করতে কী পরিমাণ ক করতে হবে? **[MIST'23-2**

Sol^n: দ্বিমেরুটিকে ঘুরিয়ে বিপরীত অভিমুখে স্থাপন করার অ-

$\theta = 180^\circ$

এখানে, $\theta_0 = 0^\circ$

আমরা জানি, কাজের পরিমাণ,

$W = -pE(\cos\theta - \cos\theta_0)$

$= -pE\{\cos(180^\circ) - \cos(0^\circ)\}$

$= -pE(-1) + pE$

$= 2pE$

$= 2 \times 2ql \times E$

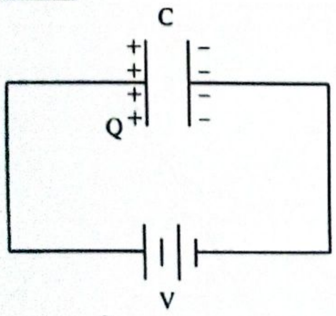
$= 2 \times 2 \times 1 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times 10^5$

$= 0.4$J

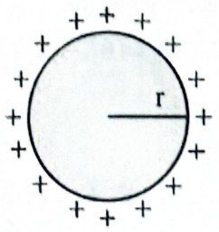
$\therefore W = 0.4$ J

T-08: ধারক

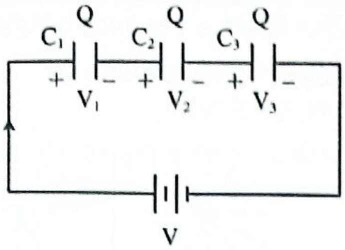
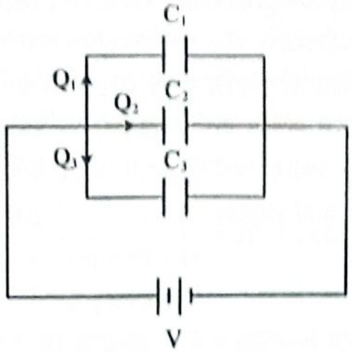
কনসেপ্ট রিভিউ



- ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V} \therefore Q = CV$
- ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV$



- গোলাকার ধারকের ধারকত্ব, $C = 4\pi\varepsilon r = 4\pi\varepsilon_0 kr$

ধারকের শ্রেণি সমবায়	ধারকের সমান্তরাল সমবায়
 Q Q Q C_1 C_2 C_3 + – V_1 V_2 V_3 V ◆ সবগুলো ধারকে চার্জ একই থাকে ◆ ধারকত্ব (C_1, C_2, C_3) অনুসারে বিভব (V_1, V_2, V_3) ভিন্ন ভিন্ন হয়। ◆ $\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ ◆ $V_i = \frac{\frac{1}{C_i} \times V}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}; i = 1, 2, 3 [V = V_1 + V_2 + V_3]$	 ◆ সবগুলো ধারকের বিভব (V) একই ◆ ধারকত্ব (C_1, C_2, C_3) অনুসারে চার্জ (Q_1, Q_2, Q_3) ভিন্ন ভিন্ন হয়। ◆ $C_P = C_1 + C_2 + C_3$ ◆ $Q_i = \frac{C_i}{C_1 + C_2 + C_3} \times Q; i = 1, 2, 3 [Q = Q_1 + Q_2 + Q_3]$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. $2\mu F, 5\mu F, 10\mu F$ কে শ্রেণিতে যুক্ত করলে ধারকত্ব কত? **[BUET'24-25; RUET'24-25; SUST'24-25]**

(a) 17 μF (b) 1.25 μF (c) 0.8 μF (d) None ⓑ

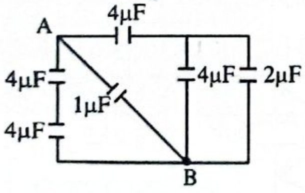
Solⁿ: $C_s = (2^{-1} + 5^{-1} + 10^{-1})^{-1}$

$= 1.25\ \mu F$

02. দুটি ধারক সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকলে এর ধারকত্ব শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকলে ধারকত্বের কতগুণ হবে? **[BUET'23-24]**

(a) 2 (b) $\frac{1}{4}$ (c) 4 (d) $\frac{1}{2}$ ⓒ

Solⁿ: $\frac{C_P}{C_S} = \frac{2C}{\frac{C}{2}} = 4$

03. 

A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব কত? **[BUET'23-24]**

(a) 2 μF (b) 0.5 μF (c) 5.4 μF (d) 4.8 μF ⓒ

Solⁿ: $C_{AB} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4}\right)^{-1} + 1 + \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4+2}\right)^{-1}$

$= 5.4\ \mu F$

04. Two capacitors are connected in series. Their capacitances are 4 μF and 5 μF. If they are connected to a source of 900 volts, determine the stored energy. (দুটি ধারক সিরিজ সংযোগে যুক্ত রয়েছে। তাদের ধারকত্ব যথাক্রমে 4 μF এবং 5 μF। যদি তাদের 900 V একটি উৎসের সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়, তবে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।) **[IUT'22-23; BUTEX'11-12, BUET'08-09]**

(a) 0.9 J (b) 9 J (c) 3.6 J (d) 8.1 J ⓐ

Solⁿ: $U = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$

$= \frac{1}{2} \times \frac{20}{9} \times 10^{-6} \times 900^2 = 0.9\ J$

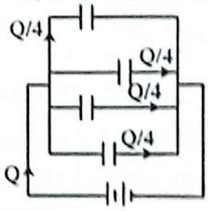
$C_{eq} = (4^{-1} + 5^{-1})^{-1}$

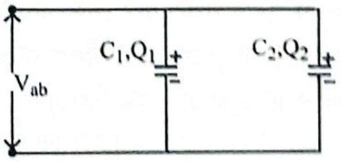
$= \frac{20}{9}\ \mu F$

05. Four identical capacitors are connected in parallel to a battery. If a total charge of Q flows from the battery, how much charge does each capacitor carry? (চারটি অভিন্ন ধারক সমান্তরালভাবে একটি ব্যাটারির সঙ্গে সংযুক্ত করা হয়েছে। যদি ব্যাটারি থেকে মোট Q পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয়, তবে প্রতিটি ধারক কত পরিমাণ চার্জ ধারণ করবে?) **[IUT'20-21]**

(a) $\frac{Q}{4}$ (b) Q (c) 4 Q (d) 16 Q ⓐ

Solⁿ: Here, charge flow equally separates since 4 capacitors are identical.



06. 

In the figure, $C_1 = 6\ \mu F, C_2 = 3\ \mu F$ and $V_{ab} = 18$ V. What is the value of equivalent capacitance? (চিত্রে, $c_1 = 6\mu F, C_2 = 3\mu F$ এবং $V_{ab} = 18$ V হলে, তুল্য ধারকত্ব কত?) **[IUT'17-18]**

(a) 9 mF (b) 9 μF (c) 0.9 mF (d) 9 F ⓑ

Solⁿ: $C_{eq} = C_1 + C_2$

$= (6 + 3)\mu F$

$= 9\mu F$ **(Ans.)**

07. A 2.2μF capacitor is first charged so that the electric potential difference is 6.0 V. How much additional charge is needed to increase the electric potential difference to 15.0 V? (একটি 2.2μF ধারককে প্রথমে চার্জ করে 6.0 V বিভব পার্থক্যে আনা হয়েছে। বিভব পার্থক্য 15.0 V-এ উন্নীত করতে অতিরিক্ত কত চার্জ প্রয়োজন?) **[IUT'14-15]**

(a) 18.7 μC (b) 19.4 μC
(c) 18.8 μC (d) 19.8 μC ⓓ

Sol

Sol^n: $Q = CV = 2.2\mu \times 6 = 13.2 \times 10^{-6}$ C

$Q' = CV' = 2.2\mu \times 15 = 33 \times 10^{-6}$ C

$\therefore \Delta Q = Q' - Q = 19.8 \times 10^{-6}\text{C} = 19.8\ \mu\text{C}$

08. তিনটি ধারকের শ্রেণিবদ্ধ বিন্যাসের মোট ধারকত্ব 1 μF । দুই ধারকের মান যথাক্রমে 2 μF ও 3 μF হলে তৃতীয়টির মান কত? **[KUET'11-12]**

(a) 7 μF (b) 6 μF (c) 8 μF (d) 4 μF
(e) 5 μF ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{C} = \frac{1}{1} \Rightarrow C = 6\mu\text{F}$

09. There capacitors 3 μF, 3 μF and 1 μF are connected in series and supplied with a 12 V source. What is the total charge stored? (3 μF, 3 μF এবং 1 μF মানের তিনটি ধারক শ্রেণি সংযোগে সংযুক্ত এবং এদেরকে 12 V উৎসের সাথে সংযুক্ত করা হলো। মোট সঞ্চিত চার্জ কত?) **[IUT'11-12]**

(a) 11.5 μC (b) 6.55 μC
(c) 5.5 μC (d) 12 μC

Sol^n: (No Answer); $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{1}$

$\Rightarrow C_{eq} = \frac{3}{5}\ \mu\text{F}$

$\therefore Q = C_{eq} \times 12 = \frac{3}{5} \times 12 = 7.2\ \mu\text{C}$

10. If the charge on a capacitor is increased by 2 C, the energy stored in it increases by 21%. What is the original charge of the capacitor? (যদি একটি ধারকের চার্জ 2 C বৃদ্ধি করা হয়, তবে এতে সঞ্চিত শক্তি 21% বৃদ্ধি পায়। ধারকটির প্রাথমিক চার্জ কত ছিল?) **[IUT'08-09]**

(a) 10 C (b) 20 C (c) 30 C (d) 40 C ⓑ

Sol^n: $U = \frac{Q^2}{2C}$ ……… (i)

$U(1.21) = \frac{1}{2}\frac{(Q+2)^2}{C}$ ……… (ii)

$\text{(ii)} \div \text{(i)} \Rightarrow \frac{(Q+2)^2}{Q^2} = 1.21$

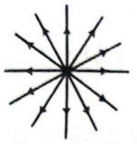
$\Rightarrow \frac{Q+2}{Q} = 1.1 \Rightarrow 1 + \frac{2}{Q} = 1.1$

$\Rightarrow \frac{2}{Q} = 0.1 \therefore Q = 20$ C

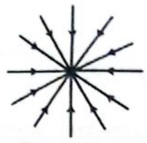
বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি তড়িৎ দ্বিমেরু ও স্বল্প দূরত্বে অবস্থিত সমচার্জের ধনাত্মক চার্জের তড়িৎ বলরেখার চিত্র অঙ্কন কর। **[MIST'22-23]**

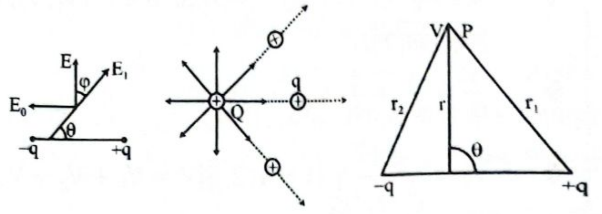
Sol^n:



চিত্র: ধনাত্মক চার্জ



চিত্র: ঋণাত্মক চার্জ



চিত্র: তড়িৎ দিমেরু ও সমচার্জের তড়িৎ বলরেখা

02. 3μF ও 6μF ধারকত্বের দুটি ধারককে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে বর্তনীর দুই প্রান্তে 12 V এর একটি ব্যাটারি সংযোগ দেওয়া হলে, বর্তনীর মোট ধারকত্ব ও প্রত্যেকটি ধারকের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। **[MIST'22-23]**

Sol^n: $C_S = (3^{-1} + 6^{-1})^{-1} = 2\mu\text{F}$

$= 2 \times 10^{-6}$ F **(Ans.)**

$Q = C_S V = 2 \times 10^{-6} \times 12 = 2.4 \times 10^{-5}$ C

$\therefore V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{2.4\times10^{-5}}{3\times10^{-6}} = 8$ V **(Ans.)**

$\therefore V_6 = \frac{Q}{C_6} = \frac{2.4\times10^{-5}}{6\times10^{-6}} = 4$ V **(Ans.)**

03. ১ নং চিত্রে V_1, V_2, V_3 ভোল্টেজের মান নির্ণয় কর এবং সংশ্লিষ্ট ক্যাপাসিটরের চার্জ নির্ণয় কর। **[CUET'07-08, BUET'01-02]**

Sol^n:

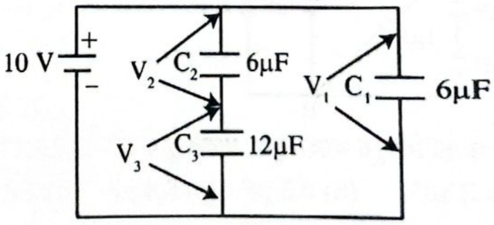


Fig-1

চিত্র হতে, $V_1 = 10$ V

$\therefore Q_1 = C_1V_1 = 10 \times 6 \times 10^{-6}\text{C}$

$= 6 \times 10^{-5}$ C **(Ans.)**

C_2 ও C_3-এর তুল্যধারকত্ব $= \frac{6\times12}{6+12} = 4\ \mu\text{F}$

$\therefore C_2$ ও C_3 এর প্রতিটিতে চার্জ $= 4 \times 10^{-6} \times 10$ C

$= 4 \times 10^{-5}$ C **(Ans.)**

আবার, $V_2 = \frac{4\times10^{-5}}{6\times10^{-6}} = 6.667$ V এবং

$V_3 = \frac{4\times10^{-5}}{12\times10^{-6}} = 3.333$ V **(Ans.)**

04. তিনটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে 5 μF, 10 μF এবং 1 μF, এদের প্রথম ও তৃতীয়টিকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে দ্বিতীয়টির সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'04-05, BUTEX'00-01]**

Sol

Solⁿ: ১ম ও ৩য় ধারকের তুল্য ধারকত্ব C_{13} হলে

$C_{13} = \frac{5\times1}{5+1} = \frac{5}{6}\mu F$

∴ মোট তুল্য ধারকত্ব,

$C_{123} = \left(\frac{5}{6} + 10\right)\mu F$

$= 10.83\ \mu F$ **(Ans.)**

05. 12 μF এবং 24 μF ধারকত্বের দুইটি ধারক শ্রেণিবদ্ধভাবে সংযুক্ত করলে ধারকত্ব কত হবে? এদের দুই প্রান্তে 40 V এর একটি ব্যাটারীর সাথে সংযুক্ত করলে এটি কত চার্জ গ্রহণ করবে? একটি 100 Ω রোধক উক্ত ধারক দুইটির সাথে শ্রেণিতে সংযোগ করলে গৃহীত চার্জের কী পরিবর্তন হবে? **[KUET'03-04]**

Solⁿ: $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$\Rightarrow C_s = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \frac{12\times24}{12+24} = 8\ \mu F$ **(Ans.)**

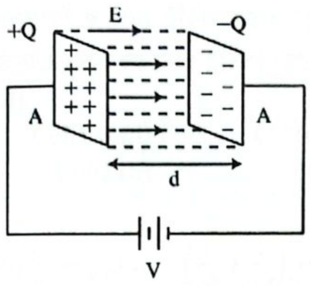
$C = \frac{Q}{V}$ ∴ $Q = CV = 8\times10^{-6}\times40 = 3.2\times10^{-4}\ C$

রোধক যুক্ত করলে ধারক দুইটি ডিসচার্জ হবে এবং গৃহীত চার্জ কমতে কমতে একসময় শূন্য হয়ে যাবে।

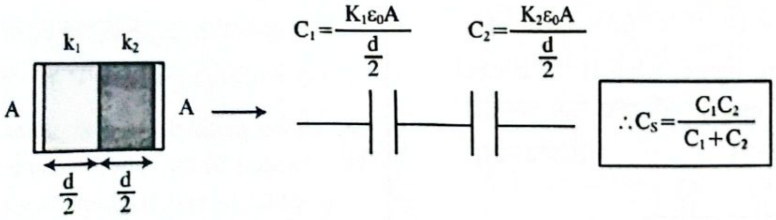
T-09: সমান্তরাল পাত ধারক

কনসেপ্ট রিভিউ

- পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থানের তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$। প্রাবল্যের দিক ধনাত্মক পাত থেকে ঋণাত্মক পাতের দিকে।
- সুষম তড়িৎক্ষেত্রে, $V = Ed \Rightarrow \boxed{V = \frac{\sigma}{\varepsilon}d}$
- চার্জ ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow \boxed{Q = \sigma A}$
- ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V} = \frac{\sigma A}{\frac{\sigma}{\varepsilon}d} = \frac{\varepsilon A}{d}$
- সঞ্চিত বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}\frac{\varepsilon A}{d}V^2\ \left[\because C = \frac{\varepsilon A}{d}\right]$
- একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $\bar{U} = \frac{1}{2}\varepsilon E^2 = \frac{U}{Ad}$
- দুইটি পাতের মাঝে ভিন্ন পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট পদার্থ প্রবেশ:

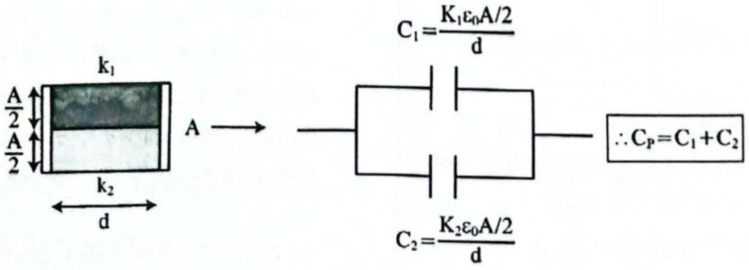


	ধারক ব্যাটারির সাথে যুক্ত অবস্থায়	ধারক ব্যাটারি থেকে বিচ্ছিন্ন অবস্থায়
মূল বিষয়	ধারকের বিভব পার্থক্য একই থাকবে।	ধারকের চার্জ একই থাকবে।
নতুন ধারকত্ব	$C' = \frac{\varepsilon' A}{d} = \frac{\varepsilon_0 kA}{d} = kC$	$C' = \frac{\varepsilon' A}{d} = \frac{\varepsilon_0 kA}{d} = kC$
নতুন বিভব পার্থক্য	$V' = V$	$V' = \frac{Q'}{C'}$
নতুন চার্জ	$Q' = C'V$	$Q = Q'$
ধারকে সঞ্চিত শক্তি	$U' = \frac{1}{2}C'V'^2 = \frac{1}{2}kCV^2 = kU$	$U' = \frac{1}{2}\frac{Q'^2}{C'} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{kC} = \frac{U}{k}$



$C_1 = \frac{K_1\varepsilon_0 A}{\frac{d}{2}}$ $C_2 = \frac{K_2\varepsilon_0 A}{\frac{d}{2}}$

$\boxed{\therefore C_s = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}$



$C_1 = \frac{K_1\varepsilon_0 A/2}{d}$

$\boxed{\therefore C_P = C_1 + C_2}$

$C_2 = \frac{K_2\varepsilon_0 A/2}{d}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভড

01. 6 μF এর একটি ধারককে 9.0 V ব্যাটারী দ্বারা আহিত করলে এতে কী পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে? **[SUST'25-26]**

(a) 4.86×10^{-3} J (b) 2.43×10^{-3} J
(c) 6.24×10^{-3} J (d) 2.43×10^{-4} J ⓓ

Sol^n: $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times 9^2 J$

$= 2.43 \times 10^{-4}$ J

02. একটি পাত ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল 0.5 m^2 এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.2 mm হয়। এদের মধ্যকার বিভব পার্থক্য 5V হলে সঞ্চিত শক্তি কত জুল? **[BUET'24-25]**

(a) 2.76×10^{-7} (b) 2.76×10^{-6}
(c) 3.48×10^{-6} (d) 4.29×10^{-7} ⓐ

Sol^n: $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{\epsilon_0 A}{d}V^2$

$= \frac{1}{2}\frac{\epsilon_0 \times 0.5}{0.2 \times 10^{-3}} \times (5)^2 J = 2.76 \times 10^{-7} J$

03. দুইটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে $C_1 = 5$ μF এবং $C_2 = 25$ μF ধারক দুইটি 600 V বিভবের সাথে শ্রেণি সংযোগে আছে। দ্বিতীয় ধারকের মধ্যে সঞ্চিত শক্তি কত? **[KUET'24-25]**

(a) 25×10^{-4} J (b) 0.125 J
(c) 0.625 J (d) 100 J
(e) 500 J ⓑ

Sol^n: $C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} \therefore C_{eq} = \frac{25}{6} \mu F$

$Q = C_{eq}V = \frac{25}{6} \times 600 = 2500 \ \mu C$

$\therefore E_2 = \frac{Q^2}{2C_2} = \frac{2500^2}{2 \times 25} \mu J \therefore E_2 = 0.125 J$

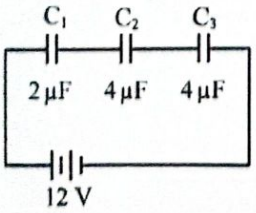
04. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 2×10^{-4} μF। যদি ধারকটির দুটি পাতের মধ্যে 100 volt বিভব পার্থক্য থাকে তবে ধারকটিতে সঞ্চিত শক্তি কত জুল (J)? **[SUST'24-25]**

(a) 10^{-4} (b) 10^{-2} (c) 10^{-6} (d) 10^{-12} ⓒ

Sol^n: $W = \frac{1}{2}CV^2$

$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-10} \times 100^2 = 10^{-6}$ J

05. Refer to the following figure, what is the correct stored energy in the circuit? (নিচের চিত্র অনুযায়ী, বর্তনীতে সঞ্চিত শক্তি কত?) **[IUT'23-24]**



(a) 0.2 μJ (b) 8.2 μJ (c) 72 μJ (d) 7.2 μJ ⓒ

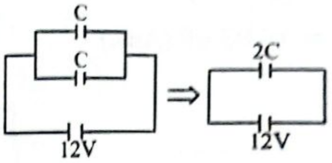
Sol^n: $C_{eq} = (2^{-1} + 4^{-1} + 4^{-1})^{-1} = 1 \ \mu F$

$\Rightarrow U = \frac{1}{2}C_{eq}.V^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 12^2 = 72 \ \mu J$

06. Two identical capacitors are arranged in a circuit. What is the ratio of the energy stored when the capacitors are in series and when they are in parallel with 12 V DC source? (দুটি অভিন্ন ধারক একটি বর্তনীতে সংযুক্ত করা হয়েছে। যখন ধারক দুটি 12 V DC উৎসের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত থাকে এবং যখন সমান্তরালে যুক্ত থাকে, তখন সঞ্চিত শক্তির অনুপাত কত হবে?) **[IUT'18-19]**

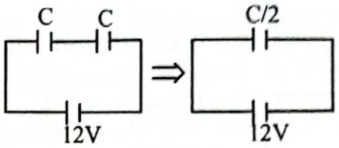
(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) 1 (d) 2 ⓐ

Sol^n: In Parallel:



$$U_1 = \frac{1}{2}(2C) \times 12^2$$

In Series:



$U_2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{C}{2}\right) \times 12^2$

$\therefore \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2}(C/2) \times 12^2}{\frac{1}{2}(2C) \times 12^2} = \frac{1}{4}$ **(Ans.)**

07. সমান্তরাল পাত ধারকের পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য যদি অর্ধেক হয়ে যায়, তবে সঞ্চিত শক্তি কী পরিমাণ হ্রাস পাবে? **[BUTEX'17-18]**

(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{3}{8}$ (c) $\frac{1}{8}$ (d) $\frac{3}{4}$ ⓓ

Sol^n: আমরা জানি, সঞ্চিত শক্তি, $E = \frac{1}{2}CV^2$

$\therefore E \propto V^2 \Rightarrow \left(\frac{E_1}{E_2}\right) = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2$

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{1}{\frac{1}{2}}\right)^2 \left[\because V_2 = \frac{1}{2}V_1\right]$

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = 4 \Rightarrow E_2 = \frac{E_1}{4}$

$\therefore$ হ্রাস পাবে, $E_1 - E_2 = E_1 - \frac{E_1}{4} = \frac{3}{4}E_1$

$\therefore \frac{3}{4}$ পরিমাণ হ্রাস পাবে।

08. Two parallel circular plates of radius 0.08 m are placed in air. The distance between the plates is 0.002 m and are kept at a potential difference of 100 V. What is electrical energy stored in the system? (0.08 m ব্যাসার্ধের দুটি সমান্তরাল বৃত্তাকার প্লেট বাতাসে স্থাপন করা হয়েছে। প্লেটদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব 0.002 m এবং তাদের মধ্যে 100 V বিভব পার্থক্য বজায় রাখা হয়েছে। এই ব্যবস্থায় সঞ্চিত বিদ্যুৎ শক্তি কত?) **[IUT'16-17]**

(a) 0.263 J (b) 0.235 J (c) 0.214 J (d) 0.278 J

Sol^n^: (No correct answer);

$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 8.9 \times 10^{-11} F$

$W = \frac{1}{2} CV^2 = 4.45 \times 10^{-7} = 0.445\ \mu J$

09. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল $1.56 \times 10^6\ mm^2$ এবং পাতদ্বয় পরস্পর হতে $2\ cm$ দূরে অবস্থিত। যদি পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য $66\ V$ হয়, তবে প্রত্যেকটি পাতে চার্জের পরিমাণ কত?

[KUET'15-16, 13-14; RUET'10-11]

(a) $3.98 \times 10^{-8}\ C$ (b) $4.56 \times 10^{-8}\ C$
(c) $6.906 \times 10^{-10}\ F$ (d) $6.64 \times 10^{-10}\ F$
(e) $4.7 \times 10^{-8}\ C$ ⓑ

Sol^n^: এখানে, $A = 1.56 \times 10^6\ mm^2 = 1.56\ m^2$,
$d = 2\ cm = 0.02\ m$

$\therefore Q = CV = \frac{\epsilon_0 A}{d} V = 4.56 \times 10^{-8}\ C$

10. সমান্তরাল পাত ধারকের দুই পাতের মধ্যে ডাইইলেকট্রিক দ্বারা পূর্ণ করায় ধারকত্ব $5\ \mu F$ থেকে বেড়ে $60\ \mu F$ হয়। ডাইইলেকট্রিক (পরাবৈদ্যুতিক) ধ্রুবকের মান হবে-

[BUET'13-14]

(a) 65 (b) 55 (c) 12 (d)10 ⓒ

Sol^n^: $C \propto k$; So, $k = \frac{60}{5} = 12$

11. বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 1 pF। পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করে পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থান সম্পূর্ণরূপে মোম দিয়ে পূর্ণ করা হল। ফলে ধারকত্ব 2 pF হয়। মোমের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক হল- **[BUET'12-13]**

(a) 0.25 (b) 0.50 (c) 2.0 (d) 4.0 ⓓ

Sol^n^: $C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$; $C_2 = \frac{k\epsilon_0 A}{2d}$; $C_1 = 1\ pF$

$C_2 = 2\ pF$

$\therefore C_2 = 2C_1 \Rightarrow \frac{k\epsilon_0 A}{2d} = \frac{2\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow k = 4$

12. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের মধ্যে একটি ডাইইলেকট্রিক পদার্থ স্থাপন করায় ধারকের সঞ্চিত শক্তি পাঁচ গুণ বৃদ্ধি পায়। পদার্থটির ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক হবে-

[BUET'10-11]

(a) 5 (b) 25 (c) $\frac{1}{5}$ (d) $\frac{1}{25}$ ⓐ

Sol^n^: ব্যাটারিযুক্ত অবস্থায় ডাই ইলেকট্রিক পদার্থ স্থাপন করলে V ধ্রুবক থাকবে। $E = \frac{1}{2} CV^2$ $\therefore E \propto C \propto k$

$\therefore E \propto k \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{k}$

$\therefore k = 5$

[বি.দ্র.: Q ধ্রুবক ধরলে, $k = \frac{1}{5}$ পাওয়া যায়, যা অবাস্তব; সঞ্চিতশক্তি 5 গুণ হয় বোঝানো হয়েছে]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি ধারকের দুটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব d এবং এর দুই প্রান্ত V ধ্রুব বিভব পার্থক্যে সংযুক্ত। বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত রেখে পাতদ্বয়ের দূরত্ব d হতে 2d করতে কৃতকাজ নির্ণয় কর।

[BUET'25-26]

Sol^n^: $W = U_1 - U_2 = \frac{1}{2} C_1 V^2 - \frac{1}{2} C_2 V^2$

$$= \frac{1}{2} V^2 (C_1 - C_2)$$

$$= \frac{1}{2} V^2 \left[\frac{A\epsilon_0}{d} - \frac{A\epsilon_0}{2d}\right]$$

$$= \frac{1}{2} V^2 \times \frac{A\epsilon_0}{2d} = \frac{A\epsilon_0 V^2}{4d}$$

02. একটি $6\mu F$ ধারককে $240\ V$ ব্যাটারি দ্বারা সংযুক্ত করা হয়। চার্জিত হওয়ার পর, একে বিচ্ছিন্ন করে $3\mu F$ একটি অনাহিত ধারকের সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হয়। প্রথম ধারকের শতকরা কতটুকু শক্তি অপচয় হয়?

[KUET'25-26; BUET'22-23]

Sol^n^: সমান্তরালে $3\mu F$ যুক্ত করলে তুল্য ধারকত্ব,
$C' = (3 + 6) = 9\mu F$

$\therefore$ শক্তির শতকরা অপচয় $= \frac{\Delta U}{U_1} \times 100\%$

$$= \frac{U_1 - U_2}{U_1} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{Q^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C'}}{\frac{Q^2}{2C}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{1}{C} - \frac{1}{C'}}{\frac{1}{C}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{1}{6} - \frac{1}{9}}{\frac{1}{6}} \times 100\%$$

$= 33.3333\%$ **(Ans.)**

03. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতের ক্ষেত্রফল $1.5\ m^2$ এবং পাতদ্বয়ের দূরত্ব 1 mm। ধারকটিকে বায়ু মাধ্যমে রেখে 50 V দেওয়ার পর $k = 4.5$ মানের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবকযুক্ত পদার্থ দুই পাতের মাঝখানে প্রবেশ করানো হলো। প্রবেশ করানোর আগে ও পরে ধারকে সঞ্চিত শক্তির পার্থক্য কত হবে? ধরে নাও, পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য স্থির আছে।

[RUET'25-26; BUTEX'20-21]

Sol^n^: প্রবেশ করানোর আগে শক্তি,

$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1.5}{10^{-3}} \times 50^2$

$= 1.66 \times 10^{-5} J$

প্রবেশ করানোর পর শক্তি, $U_2 = \frac{1}{2} KC_1 V^2$

$= kU_1 = 4.5 \times 1.66 \times 10^{-5}$

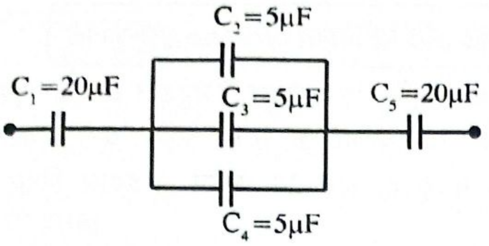
$= 7.47 \times 10^{-5} J$

$\therefore$ সঞ্চিত শক্তির পার্থক্য, $\Delta U = U_2 - U_1$

$= 7.47 \times 10^{-5} - 1.66 \times 10^{-5}$

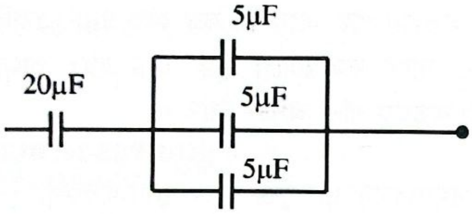
$= 5.81 \times 10^{-5} J$ **(Ans.)**

04.



উক্ত ক্যাপসিটরের সমবায়টি চুয়েটের একটি ফ্যানে ব্যবহার করা হচ্ছে যা ঘুরতে ন্যূনতম 0.1936 J শক্তি দরকার হয় 220 V এ যুক্ত থাকা অবস্থায়। শুরুতে ফ্যানটি পূর্ণ শক্তিতে ঘুরতে না পারায় C_5 ক্যাপাসিটরটি খুলে ফেলা হয়। ফ্যানটি পূর্ণ শক্তিতে ঘুরতে পারবে কী? **[CUET'24-25]**

Solⁿ: C_5 খুলে ফেললে সমবায়টি:



এখানে, $C_p = (5+5+5)\mu F = 15\ \mu F$

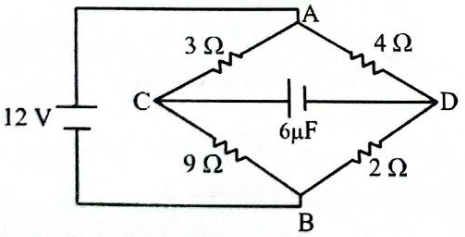
$\therefore C_{eq} = (20^{-1} + 15^{-1})^{-1}\mu F = \frac{60}{7}\mu F$

$\therefore E = \frac{1}{2} \times C_{eq} \times V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{60}{7} \times 10^{-6} \times (220)^2$

$= 0.207$ J

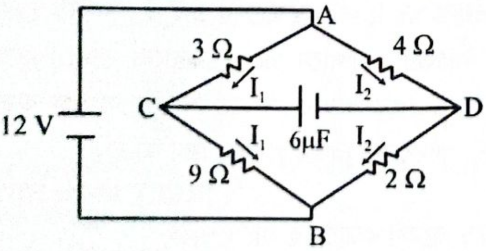
∴ হ্যাঁ, ঘুরতে পারবে। **(Ans.)**

05.



ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? **[MIST'24-25]**

Solⁿ:



[DC Circuit এ ধারককে Open Circuit হিসেবে ধরতে হয়]

$I_1 = \frac{12}{3+9} = 1A$

$V_A - V_C = 3 \times 1 = 3V$

$I_2 = \frac{12}{4+2} = \frac{12}{6} = 2A$

$V_A - V_D = 4 \times 2 = 8V$

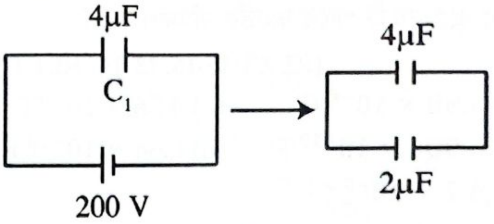
$\therefore V_C - V_D = 5V$

∴ সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 5^2 \mu J$

$= 75\mu J$ **(Ans.)**

06. 4 μF এর একটি ধারককে 200 V সরবরাহ লাইন দ্বারা চার্জি করা হলো। পরবর্তীতে ধারকটিকে সরবরাহ লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন করে অন্য একটি অচার্জিত 2 μF এর ধারকের সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। প্রথম ধারকের ইলেক্ট্রোস্ট্যাটি শক্তির কত পরিমাণ তাপ এবং ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক বিকির আকারে হারিয়ে যাবে? **[BUET'22-23**

Solⁿ:



প্রথমে, $Q = 200 \times 4 \times 10^{-6} = 8 \times 10^{-4}$ C

$U_1 = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (200)^2 = 0.08$ J

পরবর্তীতে, $C' = C_1 + C_2 = (4+2) = 6\ \mu F$

$U_2 = \frac{Q^2}{2C'} = \frac{(8\times10^{-4})^2}{2\times6\times10^{-6}} = 0.0533$ J

$\Delta U = U_1 - U_2 = 0.0267$ J

07. একটি 100 pF ধারকত্বের ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর যখন (i) ধারকটিকে 4 kV বিভব পার্থক্য প্রদান করা হয় এবং (ii) ধারকের প্রতিটি পাতের চার্জ 60 nC. **[BUET'20-21]**

Solⁿ: (i) সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-12} \times (4 \times 10^3)^2 J = 8 \times 10^{-4}$ J

(ii) সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2} . \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(60\times10^{-9})^2}{100\times10^{-12}}$ J

$= 1.8 \times 10^{-5}$ J

08. একটি বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 8×10^{-12} F। যদি ধারকটি 6 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি মাধ্যম দ্বারা পূর্ণ করে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমিয়ে অর্ধেক করা হয়, তাহলে ধারকটির ধারকত্ব কত হবে? **[BUTEX'20-21]**

Solⁿ: আমরা জানি, k পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকবিশিষ্ট মাধ্যমে সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_0 kA}{d}$।

বায়ু মাধ্যমে, $k = 1 \therefore C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 8 \times 10^{-12}$ F

অন্যদিকে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $k = 6$; দূরত্ব, $d' = \frac{d}{2}$

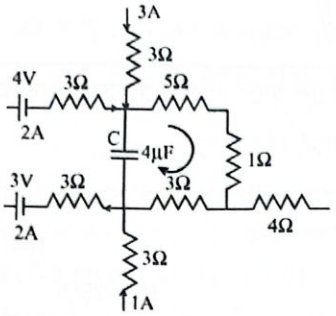
∴ ধারকত্ব, $C' = \frac{\epsilon_0 kA}{d'} = \frac{\epsilon_0 \times 6 \times A}{\frac{d}{2}}$

$= 12 \times \frac{\epsilon_0 A}{d}$

$= 12 \times 8 \times 10^{-12}$ F

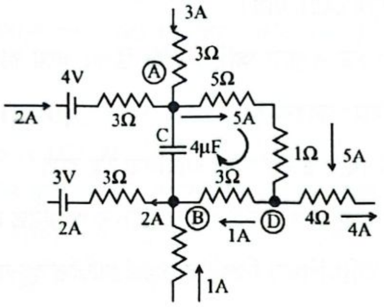
$= 96 \times 10^{-12}$ F **(Ans.)**

09. **[BUET'18-19]**



চিত্রে প্রদর্শিত বৈদ্যুতিক বর্তনীর অংশটুকু সাম্যবস্থায় রয়েছে এবং রোধগুলোর মধ্যে ডিসি কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। ধারক $C = 4\mu F$ এর মধ্যে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

Solⁿ:



A বিন্দুতে $I_{5\Omega} = 3 + 2 = 5\ A$

[বি:দ্র: ধারকে কোন তড়িৎ প্রবাহ হবে না]

B বিন্দুতে $2A = I_{3\Omega} + 1\ A$

$\Rightarrow I_{3\Omega} = 1\ A \Rightarrow I_{DB} = 1\ A$

$V_{AB} = V_{5\Omega} + V_{1\Omega} + V_{3\Omega} = (5 + 1) \times 5 + 3 \times 1$

$V_{AB} = 33\ V$

$E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times 33^2$

$= 2.178 \times 10^{-3} J$ **(Ans.)**

10. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $200\ cm^2$ এবং বায়ুতে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 cm হলে এর (i) ধারকত্ব নির্ণয় কর। (ii) যদি ধারকটি 500 V বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযোগ করা হয়, তবে ধারকে কত শক্তি সঞ্চিত হবে? **[BUET'17-18]**

Solⁿ: $A = 200\ cm^2 = 200 \times 10^{-4}\ m = 0.02\ m^2$

$d = 0.4\ cm = 0.4 \times 10^{-2}\ m = 4 \times 10^{-3} m$

$V = 500\ V$

(i) ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 0.02}{4 \times 10^{-3}}$

$= 4.43 \times 10^{-11}\ F$

(ii) $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4.43 \times 10^{-11} \times 500 \times 500$

$= 5.53 \times 10^{-6}\ J$ **(Ans.)**

11. $2\mu F$ ধারকত্ববিশিষ্ট একটি ধারককে চার্জিত করার পর একটি পরিবাহী তার দ্বারা এটিকে চার্জ মুক্ত করা হল। ধারকে সঞ্চিত সমস্ত শক্তিই তারটিকে উত্তপ্ত করতে খরচ হল। এই শক্তির পরিমাণ 214.3 ক্যালরি হলে, কত ভোল্টে ধারকটিকে চার্জিত করা হয়েছিল? **[BUET'13-14]**

Solⁿ: $Q = U = \frac{1}{2}CV^2$

$\therefore 214.3 \times 4.2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times V^2$

$\therefore V = 30000.99V$

12. বায়ু মাধ্যমে $50000\ Vm^{-1}$ সুষম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে দুটি বৃত্তাকার পাত 0.002 m দূরত্বে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। প্রতিটি পাতের ব্যাসার্ধ 0.08 m. গঠিত ধারকটিতে মোট সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। **[BUET'10-11]**

Solⁿ: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 8.901 \times 10^{-11} F$

এখন, $V = Ed \Rightarrow V = 50000 \times 0.002\ V$

$\Rightarrow V = 100\ V$

শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U = 4.45 \times 10^{-7}\ J$ **(Ans.)**

13. চারটি $4\ \mu F$ এর ধারককে 100 V ব্যাটারির সহিত (i) সমান্তরাল সংযোগ দিলে কী পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হবে?

(ii) সিরিজ সংযোগ দিলে কী পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হবে? **[RUET'03-04]**

Solⁿ: (i) $C_p = (4 + 4 + 4 + 4) = 16\ \mu F = 16 \times 10^{-6}\ F$

সঞ্চিত শক্তি $U = \frac{1}{2}C_pV^2 = \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{-6} \times 100^2$

$= 8 \times 10^{-2}\ J$ **(Ans.)**

(ii) $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{4}{4} = 1$

$\Rightarrow C_s = 1\mu F = 1 \times 10^{-6}F$

সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}C_sV^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 10^4$

$= 5 \times 10^{-3}\ J$ **(Ans.)**

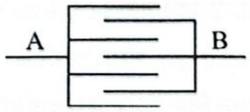
14. 0.05 mm পুরু-কাগজকে পরাবিদ্যুৎ (dielectric) হিসাবে ব্যবহার করে $1\ \mu F$ ধারকত্বের একটি সমান্তরাল পাত ধারক তৈরি করা হল। এ জন্য 0.2m ব্যাসের কয়টি গোলাকার ধাতব চাকতির প্রয়োজন হবে তা বের কর। (কাগজের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক = 4, $\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$) **[BUTEX'00-01]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $C = 1\ \mu F = 10^{-6}\ F$

$r = \frac{1}{2} \times 0.2\ m = 0.1\ m$

$\varepsilon = \varepsilon_0 \times k = 4\varepsilon_0$

$d = 0.05\ mm = 5 \times 10^{-5}\ m$



7 টি পাতের সমন্বয় গঠিত 6 টি সমান্তরাল ধারকের অনুরূপ interleaved capacitor।

$\therefore$ n টি পাতের সমন্বয় $(n-1)$ টি সমান্তরাল ধারকের অনুরূপ interleaved capacitor।

এখানে, interleaved capacitor তৈরি করতে হবে।

n সংখ্যক পাতের ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon A}{d}(n-1)$

$\Rightarrow 1 \times 10^{-6}F = \frac{4 \times 8.9 \times 10^{-12} \times \pi \times (0.1)^2}{0.05 \times 10^{-3}}(n-1)$

$\Rightarrow n - 1 = 44.7 \therefore n = 45.7 \approx 46$

$\therefore$ 46 টি চাকতির দরকার। **(Ans.)**

T-10: বিবিধ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. 1 coulomb চার্জ কতটি ইলেকট্রনের সমান? [BUTEX'16-17]

(a) 300×10^8 (b) 9×10^9

(c) 6.25×10^{18} (d) 6.03×10^{-34} ⓒ

Solⁿ: 1 টি ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$ C

$\therefore$ 1 coulomb $= \frac{1}{1.6\times10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$ সংখ্যক ইলেকট্রনের চার্জ।

02. ধনাত্মক চার্জে চার্জিত ধাতব গোলক M কে অচার্জিত গোলক N এর সংস্পর্শে আনা হল। তার ফলে- [BUET'12-13]

(a) উভয় গোলক ধনাত্মক চার্জে চার্জিত

(b) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক ঋণাত্মক N চার্জে চার্জিত

(c) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক N চার্জ নিরপেক্ষ

(d) গোলক M চার্জ নিরপেক্ষ এবং গোলক N ধনাত্মক চার্জে চার্জিত ⓐ

Solⁿ: ধনাত্মক চার্জে চার্জিত গোলকের অচার্জিত গোলকও ধনাত্মক চার্জে চার্জিত হবে।

03. একটি সাবানের বুদবুদকে চার্জ দেয়া হল। এর ব্যাসার্ধ- [BUTEX'12-13]

(a) কমবে (b) বাড়বে

(c) পরিবর্তন হবে না (d) কোনোটিই নয় ⓑ

Solⁿ: চার্জগুলো পরস্পর বিকর্ষণ করে সরে যেতে চাইবে ফলে ব্যাসার্ধ বেড়ে যায়।

04. একটি চার্জিত বস্তুকে অগ্নি-শিখার উপর ধরে রাখলে তা অচার্জিত হয়। কারণ- [BUET'11-12]

(a) অগ্নি-শিখার উত্তপ্ত গ্যাস আয়নিত হয় বলে

(b) উত্তপ্ত করা হলে বস্তুটি পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয় বলে

(c) বস্তুটি অগ্নি-শিখার বিপরীত চার্জে চার্জিত হয় বলে

(d) উত্তপ্ত গ্যাস বস্তুটিকে আঘাত করে এবং এর চার্জ অপসারণ করে বলে ⓐ

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি তড়িতাহিত তৈল বিন্দু 4×10^4 Vm^{-1} প্রাবল্যের সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থির অবস্থায় থাকছে। তৈল বিন্দুর আধানের পরিমাণ নির্ণয় করো। [তৈল বিন্দুর ভর 5×10^{-15} kg] [ইসহাক স্যার]

(a) 1.05 aC (b) 1.23 aC (c) 1.37 aC (d) 1.52 aC

02. দুটি বিন্দু আধানের মান যথাক্রমে +90 μC ও −10 μC। তারা পরস্পর থেকে 20 cm দূরে অবস্থিত। তাদের সংযোগকারী রেখার ওপর কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) 2 cm (b) 5 cm (c) 8 cm (d) 10 cm

03. স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেকট্রন 50 kV বিভব পার্থক্যের মধ্য দিয়ে পাঠানো হলে ইলেকট্রন 1.5×10^8 ms^{-1} গতিবেগ অর্জন করে। ইলেকট্রনের আধান ও ভরের অনুপাত (em^{-1}) নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]

(a) 0.15 TC kg^{-1} (b) 0.19 TC kg^{-1}

(c) 0.225 TC kg^{-1} (d) None

04. একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব, $V = -4x + 3y + \sqrt{11}z$ হলে ঐ বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত? [ইসহাক স্যার]

(a) 5 একক (b) 6 একক (c) 9 একক (d) None

05. একটি তড়িৎদ্বিমেরু 1×10^{-4} কুলম্ব মানের দুইটি বিপরীত চার্জ দ্বারা গঠিত এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2 cm। দ্বিমেরুটি 1×10^5 NC^{-1} তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত। দ্বিমেরুটিকে ঘুরিয়ে বিপরীত অভিমুখে স্থাপন করতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) 0.2 J (b) 0.3 J (c) 0.4 J (d) 0.6 J

06. একটি তড়িৎ আহিত ধারক তার দ্বিগুণ ধারকত্বসম্পন্ন অপর একটি অনাহিত ধারকের সঙ্গে নিজ আধান বণ্টন করে নিল। ঐ অবস্থায় উভয় ধারকের মোট শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]

(a) E (b) $\frac{E}{2}$ (c) $\frac{E}{3}$ (d) $\frac{E}{4}$

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. d	03. c	04. b	05. c	06.

07. একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য $\vec{E} = 5\hat{i} + 4\hat{j} + 3\hat{k}\ \text{Vm}^{-1}$। এই তড়িৎ ক্ষেত্রের অভ্যন্তরে yz তলে $15\ \text{m}^2$ মাপের ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্সের পরিমাণ নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার, তপন স্যার]
(a) 180 Vm (b) 60 Vm (c) 75 Vm (d) 45 Vm

08. একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য $1000\ \text{NC}^{-1}$। উক্ত ক্ষেত্রে 5.5 mm বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গাকৃতি ক্ষেত্র অবস্থিত। তড়িৎ বল রেখাগুলো ক্ষেত্রটির বহির্মুখী অভিলম্বের সাথে 60° কোণ উৎপন্ন করে। ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্স নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]
(a) 0.015 (b) 0.020 (c) 0.025 (d) 0.035

09. 2 m ব্যাসার্ধের একটি গোলকের কেন্দ্রে $2\ \mu\text{C}$ একটি চার্জ স্থাপন করলে গোলকের পৃষ্ঠ দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্স নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]
(a) $2 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}\text{m}^2$ (b) $2.1 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}\text{m}^2$
(c) $2.25 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}\text{m}^2$ (d) None

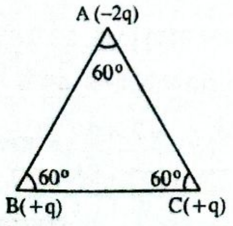
10. দুটি সমান চার্জ Q-এর সংযোজনকারী সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে q চার্জ স্থাপন করা হলো। q চার্জের মান কত হলে তিনটি চার্জের সংস্থাটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? [ইসহাক স্যার]
(a) $q = \frac{Q}{4}$ (b) $q = -\frac{Q}{4}$
(c) $q = \frac{Q}{2}$ (d) $q = -\frac{Q}{2}$

11. সমান চার্জযুক্ত প্রতিটি 3 mm ব্যাসার্ধের 27টি পানির ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হয়। বড় ফোঁটা ও প্রতিটি ছোট ফোঁটার চার্জের তল ঘনত্বের অনুপাত নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]
(a) 3 : 1 (b) 9 : 1 (c) 27 : 1 (d) 4.6 : 1

12. 10 C, −5 C এবং 3 C মানের তিনটি চার্জ 0.10 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তের পরিধির তিনটি ভিন্ন বিন্দুতে অবস্থিত। বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 720 GV (b) 1620 GV
(c) 108 GV (d) 600 GV

13. নিরবচ্ছিন্নভাবে বণ্টিত অসীম রৈখিক আধান থেকে 2 cm দূরে $9 \times 10^4\ \text{NC}^{-1}$ তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে। আধানের রৈখিক ঘনত্ব নির্ণয় করো। [ইসহাক স্যার]
(a) $0.1\ \mu\text{Cm}^{-1}$ (b) $0.15\ \mu\text{Cm}^{-1}$
(c) $0.2\ \mu\text{Cm}^{-1}$ (d) $0.4\ \mu\text{Cm}^{-1}$

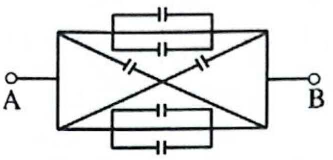
14. একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষ বিন্দুতে তিনটি আধান q, −q ও q অবস্থিত। এদের তুল্য দ্বিমেরু ভ্রামকের মান কত? [ইসহাক স্যার]



(a) qa (b) $\sqrt{2}$qa (c) $\sqrt{3}$qa (d) None

15. বায়ু মাধ্যমে একটি বায়ু সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 2pF পাত দুটির মধ্যে ব্যবধান দ্বিগুণ করলে এবং মধ্যবর্তী স্থান মোম দ্বারা পূর্ণ করলে যদি ধারকত্ব বৃদ্ধি পেয়ে 6 pF হয়, তবে মোমের ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 4 (b) 5 (c) 6 (d) 8

16.



চিত্র অনুসারে $2\mu\text{F}$ মানের ছয়টি ধারক সংযোগ দেওয়া হলো। A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্য ধারকত্ব কত? [ইসহাক স্যার]
(a) $6\mu\text{F}$ (b) $12\mu\text{F}$ (c) $24\mu\text{F}$ (d) None

17. X-অক্ষ বরাবর $200\ \text{NC}^{-1}$ মানের তড়িৎ ক্ষেত্র ক্রিয়াশীল রয়েছে। একটি YZ তলে একটি বর্গাকার তল যার বাহু 10 cm এর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্স কত হবে? [ইসহাক স্যার]
(a) 4 (b) 2 (c) 8 (d) 20

18. 3.11 g ভরের একটি তামার মুদ্রা তড়িৎ নিরপেক্ষ অবস্থায় আছে। এতে মোট ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চার্জের পরিমাণ নির্ণয় করো। তামার আণবিক ভর $63.5\ \text{g mol}^{-1}$ এবং পারমাণবিক সংখ্যা 29। [প্রামাণিক স্যার]
(a) 1.2×10^5 C (b) 1.3×10^5 C
(c) 1.37×10^5 C (d) 1.25×10^5 C

19. সমপরিমাণ চার্জে চার্জিত দুটি গোলককে পরস্পর হতে 0.5 m দূরে স্থাপন করলে 6 g-wt বল দ্বারা বিকর্ষণ করে। প্রত্যেক গোলকের চার্জের পরিমাণ নির্ণয় করো। [সেলু স্যার]
(a) $1.35\ \mu\text{C}$ (b) $1.30\ \mu\text{C}$
(c) $1.28\ \mu\text{C}$ (d) $1.25\ \mu\text{C}$

20. দুইটি ধারককে শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্য ধারকত্ব হয় $2\ \mu\text{F}$। সমান্তরালে যুক্ত করলে হয় $9\ \mu\text{F}$। ধারক দুটির ধারকত্ব কত?
(a) $7\ \mu\text{F}, 2\ \mu\text{F}$ (b) $5\ \mu\text{F}, 4\ \mu\text{F}$
(c) $3\ \mu\text{F}, 5\ \mu\text{F}$ (d) None

21. কোনো বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে 5C, 10C, −20C চার্জ স্থাপিত। চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে ঐ বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বৈদ্যুতিক বিভব শূন্য হবে? [সেলু স্যার]
(a) +5C (b) −5C
(c) −13C (d) −4C

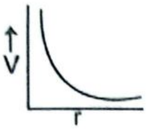
MCQ উত্তরমালা

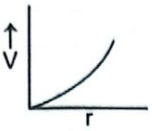
07. c	08. a	09. c	10. b	11. a
12. a	13. a	14. c	15. c	16. d
17. b	18. c	19. c	20. d	21. a

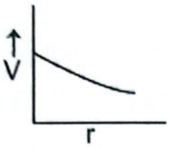
22. 9×10^{-6} C এবং 6×10^{-6} C এর দুটি চার্জ একে অপরের থেকে 20 cm দূরে অবস্থিত। চার্জ দুটি আরো 10 cm নিকটে আনতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [সেলু স্যার]

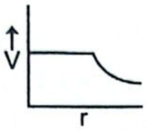
(a) 1.46 J (b) 2.59 J (c) 2.49 J (d) 2.43 J

23. গোলাকার পরিবাহীর জন্য V বনাম r এর লেখচিত্র কোনটি?

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

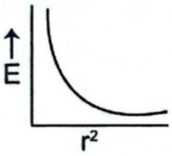
24. একটি ধারককে U পরিমাণ শক্তি ধারণ করা পর্যন্ত চার্জিত করা হল। এরপর একই ধারকত্বের অপর একটি অ-চার্জিত ধারকের সাথে একে সমান্তরালে যুক্ত করা হল। প্রতিটি শক্তি হবে-

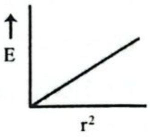
(a) U (c) 0.5U (c) 0.25U (d)1.5U

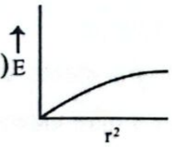
25. m ভরের একটি পানির ফোঁটা একটিমাত্র ইলেকট্রন দ্বারা চার্জিত হয়। ইহাকে ঝুলন্ত অবস্থায় রাখতে প্রয়োজনীয় তড়িৎক্ষেত্রের মান কত? [e = ইলেকট্রনের চার্জ]

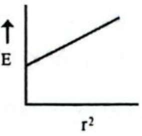
(a) mg (c) emg (c) $\frac{mg}{e}$ (d) $\frac{em}{g}$

26. একটি বিন্দু চার্জ কর্তৃক সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের জন্য নিচের কোনটি E বনাম r^2 এর লেখচিত্র?

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

27. 3 μF, 10 μF, 15 μF ধারকত্বের তিনটি ধারককে 100 V বিভব উৎসের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করা হল। 15 μF ধারকের আধান কত?

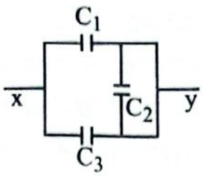
(a) 50 μC (b) 100 μC (c) 200 μC (d) 280 μC

28. সমান্তরাল সমবায়ে সজ্জিত অসীম সংখ্যক ধারকের ধারকত্ব 1μF, $\frac{1}{2}$μF, $\frac{1}{4}$μF ……… । তুল্য ধারকত্ব হবে-

(a) 8μF (b) 6μF (c) 4μF (d) 2μF

29. 5cm এবং 7cm ব্যাসবিশিষ্ট দুটি গোলককে যথাক্রমে 22 এবং 35 একক চার্জ দেয়া হল। গোলকে দুটির তলমাত্রিক ঘনত্বের অনুপাত কত?

(a) 154 : 125 (b) 125 : 154
(c) 149 : 0.9 (d)109 : 149

30. 

$C_1 = C_2 = C_3 = 1$ nF হলে

x ও y এর মধ্যকার তুল্য ধারকত্ব কত?

(a) 1 nF (b) 2 nF (c) 3 nF (d) $\frac{2}{3}$ nF

MCQ উত্তরমালা

22. d	23. d	24. c	25. c	26. a
27. c	28. d	29. a	30. b	-

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. শূন্যস্থানে রাখা দুটি সমআয়তনের কিন্তু বিপরীত চার্জে চার্জিত ধাতব গোলকের মধ্যে দূরত্ব 0.5 m এবং তাদের মধ্যে আকর্ষণ বল 0.144 N। গোলক দু'টিকে একটি ধাতব তার দ্বারা যুক্ত করলে গোলকদ্বয়ের মধ্যে বিকর্ষণ বল 0.081 N। গোলক দুটির মধ্যে প্রাথমিক চার্জ কত? [ইস্‌হাক স্যার]

[Ans. -1×10^{-6} C, 4×10^{-6}C]

02. 1.6×10^{-20} g ভর এবং 1.6×10^{-19} C আধানযুক্ত একটি ধনাত্মক আধানকে শূন্য স্থানে 100 Vm^{-1} তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থিরাবস্থা থেকে ছেড়ে দেওয়া হলো। 50 cm দূরত্ব অতিক্রম করার পর আধানটির গতিবেগ ও ত্বরণ কত হবে?

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 1×10^6 ms^{-2}, 1×10^3 ms^{-1}]

03. m_e ভরের একটি ইলেকট্রন স্থিরাবস্থা থেকে একটি সুষ তড়িৎক্ষেত্র t_1 সময় একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করে। m_p ভর সম্পন্ন একটি প্রোটনও স্থিরাবস্থা থেকে ঐ সুষম তড়িৎক্ষেত্রে t_2 সময়ে ঐ একই দূরত্ব অতিক্রম করে। $\frac{t_2}{t_1}$ এর অনুপাত ক হবে? [ইস্‌হাক স্যার] [Ans. $\sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$]

04. 100 mg ওজনের একটি দোলক পিণ্ড 2×10^{-8}C আধা বহন করে। দোলক পিণ্ডটি 2×10^4 Vm^{-1} অনুভূমিক তড়ি ক্ষেত্রে স্থির রয়েছে। দোলকের সুতায় টান এবং উল্লম্বের সাথে সুতার কোণ নির্ণয় করো।

[ইস্‌হাক স্যার] [Ans. 22.203°, 1.0585×10^{-3}N]

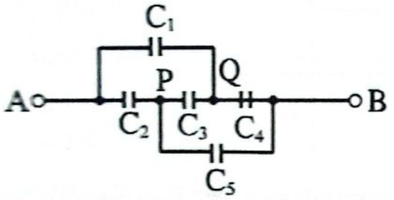
05. বায়ু মাধ্যমে 15 cm বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষ বিন্দুতে $+2 \times 10^{-6}$C, -4×10^{-6}C এবং $+8 \times 10^{-6}$C চার্জ রয়েছে। ঐ সংস্থার তড়িৎ স্থিতিশক্তি নির্ণ করো। [ইস্‌হাক স্যার][Ans. -1.44]

06. একটি দ্বিপোলের অক্ষের কেন্দ্র হতে 4 cm দূরত্বে বায়ু মাধ্যমে তড়িৎ ক্ষেত্র $4 \times 10^5\ NC^{-1}$ এবং 8 cm দূরত্বে তড়িৎ ক্ষেত্র $3 \times 10^4\ NC^{-1}$। তড়িৎ দ্বিপোলের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
[ইস্হাক স্যার][Ans. 4.23 cm]

07. একটি ধারককে 220 V সরবরাহ লাইনে যুক্ত করে সম্পূর্ণভাবে চার্জ করা হলো। অতঃপর ধারকটিকে একটি ছোট রোধ কুণ্ডলীর ভেতর দিয়ে ডিসচার্জ করা হলো। রোধ কুণ্ডলীটি একটি তাপ অন্তরীত ব্লকের ভেতরে ঢুকানো ছিল। ব্লকের ভর 0.15 kg এবং আপেক্ষিক তাপ $2.2 \times 10^2\ Jkg^{-1}K^{-1}$। ব্লকের তাপমাত্রা 0.4°C বৃদ্ধি পেলে ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো।
[ইস্হাক স্যার][Ans. $545.45\ \mu F$]

08. একই ব্যাসার্ধবিশিষ্ট 27টি গোলাকার পারদ বিন্দুর প্রত্যেকটিকে 10 V বিভবে আহিত করা হলো। পারদ বিন্দুগুলি পরস্পর সংযুক্ত হয়ে একটি বৃহৎ গোলাকার পারদ বিন্দুতে পরিণত হলে ঐ বিন্দুর বিভব কত হবে? [ইস্হাক স্যার][Ans. 90 V]

09.



ওপরের চিত্রে 5টি ধারককে একটি বর্তনীতে সাজানো হয়েছে। প্রত্যেক ধারকের ধারকত্ব C। A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার] [Ans. C]

10. একটি পরিবাহকের ধারকত্ব ও বিভব যথাক্রমে 10 একক ও 50 একক। অন্য একটি পরিবাহক B-এর ক্ষেত্রে ঐ রাশিগুলোর মান যথাক্রমে 5 একক ও 5 একক। ঐ দুটি পরিবাহক একটি পরিবাহক তার দ্বারা যুক্ত করলে পরিবাহক দুটিতে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার][Ans. 350 একক, 175 একক]

11. তিনটি ধারকের ধারকত্বের অনুপাত 1 : 2 : 3। শ্রেণি সমবায়ে এবং সমান্তরাল সমবায়ে এদের তুল্য ধারকত্বের পার্থক্য 6μF। ধারকগুলির ধারকত্ব নির্ণয় করো।
[ইস্হাক স্যার][Ans. $1.1\mu F, 2.2\mu F, 3.3\mu F$]

12. একস্থানে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $4\hat{j} + 3\hat{k}\ NC^{-1}$ ক্রিয়াশীল। যদি 60 cm বাহুবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্র স্থাপন করা হয় (i) YZ তলের সমান্তরালে এবং (ii) XZ তলের সমান্তরালে, তবে কী পরিমাণ তড়িৎ ফ্লাক্স অতিক্রম করবে?
[ইস্হাক স্যার][Ans. $0\ Nm^2C^{-1}$, $1.44\ Nm^2C^{-1}$]

13. নিরবচ্ছিন্নভাবে বণ্টিত অসীম রৈখিক আধান থেকে 2 cm দূরে $9 \times 10^4\ NC^{-1}$ তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে। আধানের রৈখিক ঘনত্ব নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans. $1 \times 10^{-7}\ Cm^{-1}$]

14. একটি সরু তারের দৈর্ঘ্য 4 m। তারটি 6μC চার্জে সুষমভাবে চার্জিত হলে,
(i) তারের একক দৈর্ঘ্যে চার্জের পরিমাণ এবং (ii) তারটির কেন্দ্র হতে 2m দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।
[সেলু স্যার][Ans. $1.5 \times 10^{-6}\ Cm^{-1}$, $13500\ NC^{-1}$]

15. (i) $\vec{E} = 3\hat{i} + 5\hat{j} + 8\hat{k}$ প্রাবল্যবিশিষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত $\vec{S} = 12\hat{j}$ ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্স কত হবে? [Ans. 60 একক]
(ii) কোনো একটি বিন্দুতে কত তড়িৎ আধান রাখলে তা থেকে 5500 সংখ্যক বলরেখা নির্গত হবে? [Ans. 48.697 nC]
(iii) 12 cm বাহুবিশিষ্ট একটি ঘনকের কেন্দ্রে 1 μC তড়িৎ আধান রাখলে ঘনকের যেকোনো তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাক্স কত হবে?
[Ans. $18.82 \times 10^3\ Nm^2C^{-1}$]

16. শূন্যস্থানে রাখা একটি তড়িৎ দ্বিমেরু 2 cm ব্যবধানে থাকা 2μC মানের দুটি সমান ও বিপরীতমুখী তড়িৎ আধান দ্বারা গঠিত।
[ইস্হাক স্যার]
(i) দ্বিমেরুর অক্ষের ওপর এর কেন্দ্র থেকে 50 cm দূরে একটি বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় করো। [Ans. $5764.6 NC^{-1}$]
(ii) দ্বিমেরুর লম্বদ্বিখণ্ডকের ওপর কেন্দ্র থেকে 50 cm দূরে একটি বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর এবং তড়িৎ দ্বিমেরুটিকে $2 \times 10^6\ NC^{-1}$ প্রাবল্যের তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এর ওপর কত টর্ক ক্রিয়া করবে?
[Ans. $2.88 \times 10^3\ NC^{-1}$, 0.08 Nm]

17. +1μC এবং −1μC আধান দুটিকে 5 cm ব্যবধানে রেখে একটি তড়িৎ দ্বিমেরু গঠন করা হলো। এই দ্বিমেরুর অক্ষ বরাবর 15 cm দূরের কোনো একটি বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] [Ans. 20571.43 V]

18. 1.8×10^{-15} kg ভরের একটি চার্জিত তৈল বিন্দু দুটি অনুভূমিক ধাতব পাতের মধ্যে স্থির অবস্থায় থাকতে হলে পাত দুটির মধ্যে কী পরিমাণ বিভব পার্থক্য থাকতে হবে? [পাত দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.8 cm এবং তৈল বিন্দুর চার্জ চারটি ইলেকট্রনের চার্জের সমান। ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$C]
[সেলু স্যার][Ans. 496.125 V]

19. একই রকমের 1000 তড়িতাহিত বৃষ্টির ফোঁটা একত্রে মিশে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হলো যাতে মোট তড়িতের পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে। ফোঁটাগুলোর মোট তড়িতশক্তির কতটা পরিবর্তন হবে?
[সেলু স্যার][Ans. তড়িৎশক্তি 99 গুণ বৃদ্ধি পাবে]

20. সমান্তরাল দুটি অনুভূমিক ধাতব পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1m এবং বিভব পার্থক্য 28V। 6×10^{-4}kg ভরের একটি ছোট বল উপরের পাত হতে একটি বিদ্যুৎ অপরিবাহী সুতার সাহায্যে ঝুলানো আছে। যদি বলটিতে 20 μC চার্জ থাকে, তবে তারের টান কত? **[Ans. 11.48×10^{-3}N or 2.8×10^{-4}N]**

21. সমান আকারের 27 টি গোলক আকৃতির পানির ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হল। ধারকত্ব ও বিভব কীভাবে পরিবর্তিত হবে? **[Ans. তিনগুণ এবং নয়গুণ হবে]**

22. 0.08m ব্যাসার্ধের n সংখ্যক গোলাকার ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বৃহদাকার গোলাকার ফোঁটায় পরিণত করা হল। প্রত্যেক ফোঁটায় 50×10^{-7}C চার্জ আছে। বৃহদাকার ফোঁটার চার্জ ঘনত্ব 1.2434×10^{-4}C/m^2 হলে n এর মান কত? **[Ans. 8]**

23. 2 m দৈর্ঘ্য এবং 3.6 mm ব্যাসার্ধের একটি প্লাস্টিক দণ্ডের পৃষ্ঠে 3.8×10^{-7} C মানের ঋণাত্মক আধান সুষমভাবে ছড়িয়ে আছে। একটি আলফা কণা দণ্ডটির কেন্দ্রকে ঘিরে 50 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। আলফা কণাটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03]**

[Ans. 7.74×10^{-6} s]

24. 1.12 mg ভরের একটি ছোট গোলক −19.7 nC আধান বহন করে। এটি একটি সিল্কের সুতার সাহায্যে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে ঝুলছে এবং সুতাটি একটি বড়, সুষমভাবে আহিত, উল্লম্ব অপরিবাহী পাতের সাথে 27.4° কোণ তৈরি করে। পাতটির সুষম আধান ঘনত্ব নির্ণয় করো। **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. -5.11×10^{-9} Cm^{-2}]

25. ABCD বর্গের A, B ও C বিন্দুতে 3×10^{-9}C, 4×10^{-9}C ও -2×10^{-9}C চার্জ আছে। বর্গের বাহু 2 m হলে, 3×10^{-9}C চার্জ D বিন্দু থেকে O বিন্দুতে আনতে সম্পাদিত কাজ বের করো। **[ইসহাক স্যার; Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. 4.38×10^{-8} J]

26. H_2^1 অণু থেকে একটি ইলেকট্রন সরিয়ে নিলে একটি হাইড্রোজেন আণবিক আয়ন H_2^+ পাওয়া যায়। ভূমিস্তরে H_2^+ এর প্রোটন দুটির মধ্যে দূরত্ব 1.5 Å (প্রায়) এবং ইলেকট্রনটি প্রত্যেক প্রোটন থেকে 1 Å দূরে আছে। সংস্থাটির স্থিতিশক্তি নির্ণয় করো। **[ইসহাক স্যার; Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. −19.2 eV]

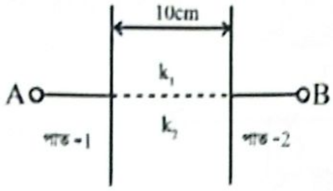
27. একটি স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎস থেকে দুটি বিন্দু P ও যথাক্রমে 1m ও 2m দূরে অবস্থিত। উৎস থেকে x দূরে ক্ষেত্রটির প্রাবল্য, $E = \frac{5}{x^3}$। P ও Q বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে বি পার্থক্য নির্ণয় করো।

[ইসহাক স্যার; Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans. $\frac{15}{8}$

28. কোনো স্থানে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E} = (20\hat{i} + 30\hat{j})$ NC যদি মূল বিন্দুতে তড়িৎ বিভব শূন্য হয়, তবে (2,2) বিন্দ তড়িৎ বিভব কত হবে? **[ইসহাক স্যার; Advanced**

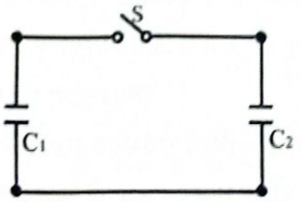
[কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans. −100

29. নিচের চিত্রে পাতদ্বয়ের প্রত্যেকটির ক্ষেত্রফল 50cm^2 উপরের অর্ধেক k_1 এবং নিচের অর্ধেকে k_2 ধারকত্বের মধ রয়েছে। A ও B প্রান্তের ধারকত্ব কত? [$k_1 = 7; k_2 = 5$]



[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-09][Ans. 2.656×10^{-1}

30.



$C_1 = 3.55\mu F$ ধারকত্বের একটি সমান্তরাল পাত ধারক এ ব্যাটারি ব্যবহার করে 6.30V পর্যন্ত চার্জিত করা হল। এ ব্যাটারিটি সরিয়ে নিয়ে $C_2 = 8.95\mu F$ ধারকত্বের আরেকটি অচার্জিত ধারককে চিত্রানুযায়ী সংযুক্ত করা হল। S বন্ধ করলে C_1 হতে C_2 তে চার্জ প্রবাহিত হতে থাকে উভয় ধারক সাধারণ বিভবের একটি সাম্যাবস্থায় পৌঁ পর্যন্ত এ প্রক্রিয়া চলতে থাকবে। **[Advanced**

(i) C_1 ধারকটির পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1.24 \times 10^{-2}$m হলে এর প্রতি পাতের ক্ষে কত? **[Ans. 4972**

(ii) সুইচ বন্ধ করার আগে ও পরে তড়িৎ ক্ষেত্রে সঞ্চিত কীভাবে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মানে তা বিশ্লেষণ সহকারে মূল্যায়ন কর। **[কনসেপ্ট বুক T-**

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (b);** $F = mg = qE$

$\Rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{5\times10^{-15}\times9.8}{4\times10^4}\text{ C}$

$\therefore q = 1.225\times10^{-18}\text{ C} = 1.225\text{ aC} \approx 1.23\text{ aC}$

02. **Sol^n: (d);** ছোট চার্জ ($-10\ \mu C$) হতে বাহিরে x দূরত্বে প্রাবল্য শূন্য হলে, $\frac{90}{(20+x)^2} = \frac{10}{x^2} \Rightarrow \frac{3}{20+x} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 10\text{ cm}$

03. **Sol^n: (c);** $\frac{1}{2}mv^2 = eV$

$\Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{v^2}{2V} = \frac{(1.5\times10^8)^2}{2\times50\times10^3} = 2.25\times10^{11}\text{ Ckg}^{-1}$

$= 0.225\text{ TC kg}^{-1}$

04. **Sol^n: (b);** $\vec{E} = -\frac{dV}{dr} = -\hat{i}\frac{\partial}{\partial x}(V) - \hat{j}\frac{\partial}{\partial y}(V) - \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}(V)$

$= 4\hat{i} - 3\hat{j} - \sqrt{11}\hat{k}$

$\therefore E = |\vec{E}| = \sqrt{4^2+3^2+11} = 6$ একক

05. **Sol^n: (c);** $W = PE(\cos\theta_i - \cos\theta_f)$

$= 1\times10^{-4}\times2\times10^{-2}\times1\times10^5(\cos0° - \cos180°)$

$= 2\times10^{-1}\times(1+1) = 0.4\text{ J}$

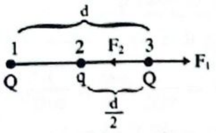
06. **Sol^n: (c);** $E_1 = \frac{Q^2}{2C}; E_2 = \frac{Q^2}{2\times(C+2C)} = \frac{1}{3}\times\frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{3}E_1$

07. **Sol^n: (c);** $\vec{S} = 15\hat{i};\ \varphi = \vec{E}\cdot\vec{S} = (5\times15) = 75\text{ Vm}$

08. **Sol^n: (a);** $\varphi = ES\cos\theta = 1000\times(5.5\times10^{-3})^2\times\cos60°$

$= 0.015125\text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$

09. **Sol^n: (c);** $\varphi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{2\times10^{-6}}{8.854\times10^{-12}} = 2.259\times10^5\text{ NC}^{-1}\text{m}^2$

10. **Sol^n: (b);** 

$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{Q\cdot Q}{d^2} = \frac{q\cdot Q}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} \Rightarrow Q = 4q$

$\therefore q = \frac{Q}{4}$ [F_2 আকর্ষণধর্মী, তাই Q ও q এর চার্জ বিপরীতধর্মী হতে হবে। সুতরাং, $q = -\frac{Q}{4}$]

11. **Sol^n: (a);** $\frac{\sigma_B}{\sigma_C} = \frac{\frac{27Q}{4\pi R^2}}{\frac{Q}{4\pi r^2}} = 27\times\frac{r^2}{R^2} = 27\times\left(\frac{r}{R}\right)^2$

$= 27\times\left(\frac{r}{3r}\right)^2 = \frac{27}{9} = 3$ **(Ans.)**

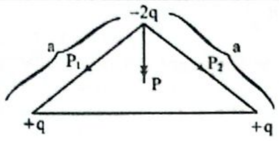
12. **Sol^n: (a);** $V = 9\times10^9\times\frac{Q}{r} = 9\times10^9\times\frac{10+3-5}{0.1}$

$= 72\times10^{10}\text{ V} = 720\times10^9\text{ V} = 720\text{ GV}$

13. **Sol^n: (a);** $E = 9\times10^9\times\frac{2\lambda}{r} \Rightarrow \lambda = \frac{E\times r}{18\times10^9}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{9\times10^4\times0.02}{18\times10^9} = 1\times10^{-7}\text{ Cm}^{-1} = 0.1\times10^{-6}\text{ Cm}^{-1}$

$\therefore \lambda = 0.1\ \mu\text{Cm}^{-1}$

14. **Sol^n: (c);** 

$P_1 = P_2 = qa$

$\therefore P = 2P_1\cos\frac{60°}{2} = \sqrt{3}P_1 = \sqrt{3}qa\ [\theta = 60°]$

15. **Sol^n: (c);** $\frac{C_M}{C_a} = \frac{\frac{A\epsilon_0K_M}{d_M}}{\frac{A\epsilon_0}{d}} = K_M\times\frac{d}{d_M}$

$\Rightarrow K_M = \frac{C_M}{C_a}\times\frac{d_M}{d} = \frac{6}{2}\times2 = 6$ **(Ans.)**

16. **Sol^n: (d);** Short circuit, তাই 0 F।

17. **Sol^n: (b);** $\vec{E} = 200\hat{i}, \vec{S} = 0.01\hat{i}$

$\therefore \varphi = \vec{E}\cdot\vec{S} = 200\times0.01 = 2\text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$

18. **Sol^n: (c);** পরমাণু সংখ্যা, $N = \frac{W}{M}\times N_A = \frac{3.11}{63.5}\times6.023\times10^{23}$

$= 2.95\times10^{22}$

চার্জ $= 29\times1.6\times10^{-19}\times2.95\times10^{22} = 1.37\times10^5\text{ C}$

19. **Sol^n: (c);** $9\times10^9\times\frac{q\times q}{(0.5)^2} = 6\times10^{-3}\times9.8 \Rightarrow 9.8$

$\Rightarrow q = 1.278\times10^{-6}\text{C} \approx 1.28\ \mu\text{C}$

20. **Sol^n: (d);** $C_1 + C_2 = 9 \ldots\ldots\ldots (i)$

এবং $\frac{C_1\times C_2}{C_1+C_2} = 2 \Rightarrow \frac{C_1C_2}{9} = 2$ [(i) থেকে $C_1 + C_2 = 9$]

$\Rightarrow C_1C_2 = 18 \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(C_1 - C_2)^2 = (C_1 + C_2)^2 - 4C_1C_2 = 9^2 - 4\times18 = 9$

$\therefore C_1 - C_2 = 3 \ldots\ldots\ldots (iii)$

$(i) + (ii) \Rightarrow 2C_1 = 12 \Rightarrow C_1 = 6\mu F;\ (i) \Rightarrow C_2 = 3\mu F$

21. **Sol^n: (a);** $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$

$Q_4 = -(Q_1 + Q_2 + Q_3) = -(5 + 10 - 20) = 5\text{ C}$

22. **Sol^n: (d);** $W = q(V_2 - V_1) = 9\times10^9\times Q\times q\times\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

$= 9\times10^9\times9\times10^{-6}\times6\times10^{-6}\times\left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2}\right) = 2.43\text{ J}$

23. **Sol^n: (d);** গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ R হলে, $r \geq R$ এর জন্য

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{Q}{r} \Rightarrow V = \frac{\text{Constant}}{r}$

তাই, $r \geq R$ এর জন্য লেখচিত্রটি Rectangular Hyperbolic

$r < R$ এর জন্য, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R} \Rightarrow V = \text{Constant}$

তাই, $r < R$ এর জন্য লেখটি r অক্ষ বরাবর সমান্তরাল সরলরেখা।

24. **Sol^n: (c);** প্রথমে $U = \frac{Q^2}{2C}$; দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $C_p = C + C = 2C$। এখানে চার্জ সংরক্ষিত থাকবে, তাই $U' = \frac{Q^2}{2C_p} = \frac{Q^2}{4C}$ (Q অপরিবর্তিত থাকবে।) অর্থাৎ দুটি ধারকে সংরক্ষিত মোট শক্তি, $U' = \frac{Q^2}{4C}$

$\frac{U'}{U} = \frac{\frac{Q^2}{4C}}{\frac{Q^2}{2C}} = \frac{1}{2} \Rightarrow U' = \frac{1}{2}U$। যেহেতু দুটো ধারকের ধারকত্ব একই, তাই দুটো ধারক সমান সমান শক্তি সঞ্চয় করবে। তাই প্রত্যেক ধারকে শক্তি, $U'' = \frac{1}{2}U' = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}U = 0.25U$

25. **Solⁿ: (c);** $mg = eE \therefore E = \frac{mg}{e}$

26. **Solⁿ: (a);** $xy = k$ (k একটি constant) এর গ্রাফ হল অধিবৃত্তাকার।
তাই, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{q}{r^2}$
$\Rightarrow E.r^2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} =$ Constant এর গ্রাফও অধিবৃত্তাকার।

27. **Solⁿ: (c);** $C_S = (3^{-1} + 10^{-1} + 15^{-1})^{-1} = 2\ \mu F$
যেহেতু শ্রেণিতে সংযোগ দেয়া হয়েছে, তাই প্রত্যেক ধারকে একই আধান রয়েছে।
$\therefore Q = C_1V_1 = C_2V_2 = C_3V_3 = C_SV$
$\therefore Q = C_SV = 2\times10^{-6}\times100\ C = 2\times10^{-4}C = 200\ \mu C$

28. **Solⁿ: (d);** $C_P = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \cdots = \frac{1}{1-\frac{1}{2}}$
[এটি একটি অসীম গুণোত্তর ধারা যার $a = 1$,
সাধারণ অনুপাত $r = \frac{1}{2} < 1$, তাই এর যোগফল $= \frac{a}{1-r}$]
$\Rightarrow C_P = 2\ \mu F$

29. **Solⁿ: (a);** $\sigma = \frac{Q}{4\pi r^2} \therefore \sigma \propto \frac{Q}{r^2}$
এখন, $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)\times\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$
$= \frac{Q_1}{Q_2}\times\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{22}{35}\times\left(\frac{7}{5}\right)^2$
$= \frac{22}{35}\times\frac{49}{25} = 154:125$

30. **Solⁿ: (b);** কারণ C_2 শর্ট সার্কিট হয়ে যাবে এবং C_1 ও C_3 সমান্তরাল থাকবে। $\therefore C_s = C_3 + C_1 = 2$ nF

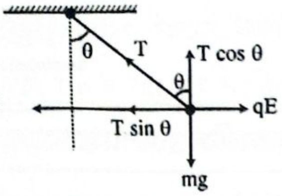
Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** গোলকদ্বয়ে চার্জ যথাক্রমে q_1 ও $-q_2$ হলে,
$F_1 = 9\times10^9\times\frac{q_1q_2}{r^2} = 0.144 \Rightarrow q_1q_2 = \frac{0.144\times(0.5)^2}{9\times10^9}$
$q_1q_2 = 4\times10^{-12}C^2$
তার দ্বারা যুক্ত করলে, উভয়ে চার্জ $\left(\frac{q_1-q_2}{2}\right)$
$\therefore F_2 = 9\times10^9\times\frac{(q_1-q_2)^2}{4\times(0.5)^2} = 0.081$
$\Rightarrow q_1 - q_2 = 3\times10^{-6}\ C$
$\Rightarrow (3\times10^{-6} + q_2)\times q_2 = 4\times10^{-12}$
$\therefore q_2 = 1\times10^{-6}\ C$
$q_1 = 4\times10^{-6}C$ **(Ans.)**

02. **Solⁿ:** ত্বরণ, $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{1.6\times10^{-19}\times100}{1.6\times10^{-23}} = 1\times10^6\ ms^{-2}$ **(Ans.)**
50 cm যাওয়ার পর বেগ, $v = \sqrt{u^2 + 2as}$
$= \sqrt{0^2 + 2\times1\times10^6\times0.5}\ ms^{-1} = 1\times10^3\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

03. **Solⁿ:** প্রশ্নমতে, $s_p = s_e$
$\Rightarrow \frac{1}{2}\times a_p\times t_2^2 = \frac{1}{2}\times a_e\times t_1^2$
$\Rightarrow \frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{a_e}{a_p} = \frac{\frac{E\times q_e}{m_e}}{\frac{E\times q_p}{m_p}} = \frac{m_p}{m_e}$
$\therefore \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$ **(Ans.)**

04. **Solⁿ:**



$T\sin\theta = qE; T\cos\theta = mg$
$\tan\theta = \frac{qE}{mg} = \frac{2\times10^{-8}\times2\times10^4}{100\times10^{-6}\times9.8} \therefore \theta = 22.203°$ **(Ans.)**
আবার, $T = \frac{2\times10^{-8}\times2\times10^4}{\sin(22.203°)}N = 1.0585\times10^{-3}N$ **(Ans.)**

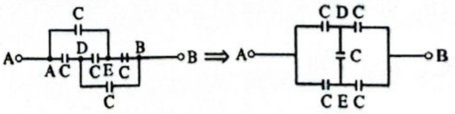
05. **Solⁿ:** ব্যবস্থার মোট শক্তি,
$E = U_1 + U_2 + U_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\left(\frac{q_1q_2}{r} + \frac{q_2q_3}{r} + \frac{q_3q_1}{r}\right)$
$= \frac{9\times10^9}{0.15}(2\times(-4) + 2\times8 + 8\times(-4))\times10^{-12}$ J
$= -1.44$ J **(Ans.)**

06. **Solⁿ:** আমরা জানি, $E = 9\times10^9\times\frac{2pr}{(r^2-l^2)^2}$
$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{r_1}{(r_1^2-l^2)^2}}{\frac{r_2}{(r_2^2-l^2)^2}} = \frac{r_1}{r_2}\times\frac{(r_2^2-l^2)^2}{(r_1^2-l^2)}$
$\Rightarrow \frac{4\times10^5}{3\times10^4} = \frac{4\times10^{-2}}{8\times10^{-2}}\times\frac{(0.08^2-l^2)^2}{(0.04^2-l^2)^2}$
$\Rightarrow \sqrt{\frac{80}{3}} = \frac{0.08^2-l^2}{0.04^2-l^2}$
$\therefore l = \sqrt{4.4726\times10^{-4}} = 0.02115$ m
$\therefore$ দ্বিপোলের দৈর্ঘ্য $= 2l = 0.0423$ m $= 4.23$ cm **(Ans.)**

07. **Solⁿ:** ধারকের সঞ্চিত শক্তিটাই রোধের মাধ্যমে ব্লকের তাপমাত্রা বাড়াবে।
$\therefore \frac{1}{2}CV^2 = mS\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{2}\times C\times(220)^2 = 0.15\times220\times0.4$
$\Rightarrow C = \frac{2\times0.15\times220\times0.4}{(220)^2}$
$\therefore C = 5.4545\times10^{-4}$ F $= 545.45\ \mu F$ **(Ans.)**

08. **Solⁿ:** বড় গোলকে চার্জ, $Q = 27q$
$\frac{4}{3}\pi R^3 = 27\times\frac{4}{3}\pi r^3 \therefore R = 3r$
$\therefore$ বড় গোলকে বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{Q}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{27q}{3r}$
$= 9\times V_0 = (9\times10) = 90$ V **(Ans.)**
Shortcut: $V = N^{\frac{2}{3}}V_0 = (27)^{\frac{2}{3}}\times10 = 90$ V

09. **Solⁿ:**



(হুইটস্টোন ব্রিজ)

$\therefore C_{AB} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C$ **(Ans.)**

10. **Solⁿ:** $C_A = 10, V_A = 50, Q_A = C_AV_A = 500$
$C_B = 5, V_B = 5, Q_B = C_BV_B = 25$
পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে,
$V_A' = V_B' \Rightarrow \frac{Q_A'}{C_A} = \frac{Q_B'}{C_B} \Rightarrow \frac{Q_A'}{Q_B'} = \frac{C_A}{C_B} = 2 \Rightarrow Q_A' = 2Q_B'$
আবার, $Q_A' + Q_B' = 3Q_B' = Q_A + Q_B = 525$
$\therefore Q_B' = 175$ একক
$Q_A' = (2\times175) = 350$ একক **(Ans.)**

11. **Sol^n:** ধারকত্ব, $C, 2C, 3C$

সমান্তরালে, $C_P = (C + 2C + 3C) = 6C$

শ্রেণিতে, $C_s = \left(\frac{1}{C}+\frac{1}{2C}+\frac{1}{3C}\right)^{-1} = \frac{6C}{11}$

$\therefore 6C - \frac{6C}{11} = 6 \Rightarrow C\left(1-\frac{1}{11}\right) = 1 \therefore C = 1.1\ \mu F$

$\therefore$ ধারকত্ব, $1.1\mu F, 2.2\mu F, 3.3\mu F$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** $S = (0.6 \times 0.6)m^2 = 0.36m^2; \vec{E} = (4\hat{j} + 3\hat{k})\ NC^{-1}$

(i) YZ তলের সমান্তরালে হলে, $\vec{S} = 0.36\,\hat{i}$

$\therefore \varphi = \vec{E}\cdot\vec{S} = (4\hat{j}+3\hat{k})\cdot 0.36\hat{i} = 0\ Nm^2C^{-1}$ **(Ans.)**

(ii) XZ তলের সমান্তরালে হলে, $\vec{S} = 0.36\hat{j}$

$\therefore \varphi = \vec{E}\cdot\vec{S} = (4\hat{j}+3\hat{k})\cdot(0.36\,\hat{j})$

$= (4 \times 0.36) = 1.44\ Nm^2C^{-1}$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** $E = 9 \times 10^9 \times \frac{2\lambda}{r}$

$\therefore \lambda = \frac{E\times r}{2\times 9\times 10^9} = \frac{9\times 10^4\times 0.02}{18\times 10^9} = 1 \times 10^{-7}\ Cm^{-1}$ **(Ans.)**

14. **Sol^n: (i)** $\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{6\times 10^{-6}C}{4m} = 1.5 \times 10^{-6}\ Cm^{-1}$

(ii) $E = 9 \times 10^9 \times \frac{2\lambda}{r}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{2\times 1.5\times 10^{-6}}{2} = 13500\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

15. **Sol^n: (i)** $\varphi = \vec{E}.\vec{S} = (5 \times 12) = 60$ একক **(Ans.)**

(ii) $q = \varphi \times \varepsilon_0 = (5500 \times 8.854 \times 10^{-12})C$

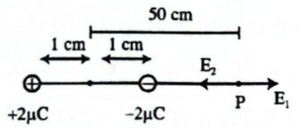
$= 4.8697 \times 10^{-8}C = 48.697\ nC$ **(Ans.)**

(iii) 6টি তল; $\varphi = \frac{q}{6\varepsilon_0} = 18.82 \times 10^3$ **(Ans.)**

16. **Sol^n: (i)** $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times 10^{-6}}{(0.51)^2} = 69204.15\ NC^{-1}$

$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times 10^{-6}}{(0.49)^2} = 74968.76\ NC^{-1}$

$\therefore E_{net} = E_2 - E_1 = 5764.61\ NC^{-1}$ (E_2 এর দিকে)



বিকল্প:

$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2P}{r^3} = 9 \times 10^9 \times \frac{2ql\times 2}{r^3} = 9 \times 10^9$

$= \frac{2\times 10^{-6}\times 0.02\times 2}{(0.5)^3}$

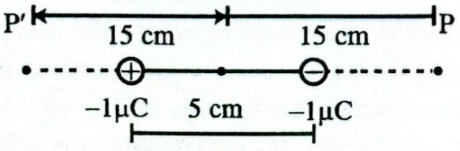
$= 5760\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

(ii) Sol^n: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{P}{r^3} = \frac{9\times 10^9\times 4\times 10^{-8}}{(0.5)^3} = 2.88 \times 10^3\ NC^{-1}$

$\therefore \tau = pE\cos\theta° = (2 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-8})\ Nm$

$= 0.08\ Nm$ **(Ans.)**

17. **Sol^n:**



$V_p = 9 \times 10^9 \times \left(\frac{1\times 10^{-6}}{0.175} + \frac{-1\times 10^{-6}}{0.125}\right) = -20571.43\ V$

$V_{p'} = -V_p = 20571.43\ V$ **(Ans.)**

18. **Sol^n:** তৈলবিন্দু স্থির রাখতে হলে, $F_e = gm$

$\Rightarrow qF = gm \Rightarrow q\frac{V}{d} = mg$

$\Rightarrow V = \frac{mgd}{q} = \frac{1.8\times 10^{-15}\times 9.8\times 1.8\times 10^{-2}}{4\times 1.6\times 10^{-19}}$

$\therefore V = 496.125\ V$ **(Ans.)**

19. **Sol^n:** N সংখ্যক বল একত্র করলে চার্জ, $Q = Nq$ এবং $R = N^{\frac{1}{3}}r$

বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Nq}{N^{\frac{1}{3}}r}$

$= \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}\right) \times N^{\frac{2}{3}} = V_0 \times N^{\frac{2}{3}}$

$\therefore V = (1000)^{\frac{2}{3}} \times V_0 = 100V_0$

$\therefore$ তড়িৎশক্তি 99 গুণ বৃদ্ধি পাবে। **(Ans.)**

20. **Sol^n:** $E = \frac{V}{d} = \frac{28}{0.1} = 280Vm^{-1}$

তারের টান T হলে, $T = mg \pm qE$

$= (6 \times 10^{-4} \times 9.8) \pm (20 \times 10^{-6} \times 280)$

$= 11.48 \times 10^{-3}N$ or $2.8 \times 10^{-4}N$ **(Ans.)**

21. **Sol^n:** $\frac{4}{3}\pi R^3 = 27 \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{27}r = 3r$

আমরা জানি, $C = 4\pi\varepsilon_0 R \therefore C \propto R$

যেহেতু, ব্যাসার্ধ তিনগুণ হয়, সেহেতু ধারকত্বও তিনগুণ হবে।

আবার, $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C}$

এখন ধারকত্ব তিনগুণ এবং চার্জ 27 গুণ হবে বলে, বিভব $\frac{27}{3} = 9$ গুণ হবে।

22. **Sol^n:** এখানে, $\frac{4}{3}\pi R^3 = n \times \frac{4}{3}\pi r^3 \therefore R = n^{\frac{1}{3}}.r$

$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{nq}{4\pi R^2} \Rightarrow \sigma = \frac{nq}{4\pi n^{\frac{2}{3}}.r^2} \Rightarrow \sigma = \frac{n^{\frac{1}{3}}.q}{4\pi r^2}$

$\therefore n = \left(\frac{\sigma.4\pi r^2}{q}\right)^3 = 8$ **(Ans.)**

23. **Sol^n:** দণ্ডটির দৈর্ঘ্য $L = 2\ m$

এবং আধান $Q = 3.8 \times 10^{-7}\ C$

$\therefore$ একক দৈর্ঘ্যে আধান,

$\lambda = \frac{Q}{L} = 1.9 \times 10^{-7}\ C$

আলফা কণার আধান $q_\alpha = 2e = 3.2 \times 10^{-19}\ C$ এবং ভর

$m_\alpha = (m_{proton} \times 2 + m_{neuton} \times 2)$

$= m_\alpha = 6.64 \times 10^{-27}\ kg$

ঘূর্ণন ব্যাসার্ধ $r = 50\ cm = 0.5\ m$

দণ্ড থেকে r দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্য:

$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{\lambda}{r} = \frac{2\times(9\times 10^9)\times 1.9\times 10^{-7}}{0.5} = 6840\ NC^{-1}$

কেন্দ্রমুখী বলের শর্তানুসারে:

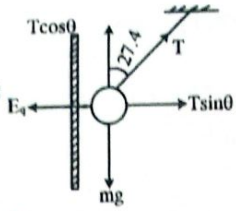
$F_c = q_\alpha E = m_\alpha\omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{q_\alpha E}{m_\alpha r}}$

পর্যায়কাল:

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m_\alpha r}{q_\alpha E}}$

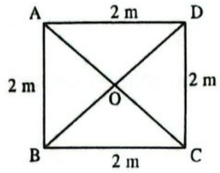
$T = 2\pi\sqrt{\frac{6.64\times 10^{-27}\times 0.5}{3.2\times 10^{-19}\times 6840}} \approx 7.74 \times 10^{-6}\ s$

24. **Solⁿ:**



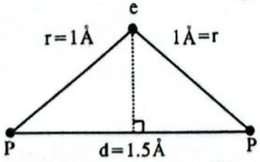
গোলকটির ভর, $m = 1.12 \times 10^{-6}$ kg,
আধান, $q = -19.7 \times 10^{-9}$ C,
কোণ $\theta = 27.4°$ সাম্যাবস্থায় বলের উপাংশগুলো হলো:
$T\cos\theta = mg$, $T\sin\theta = qE$
ভাগ করে পাই: $\tan\theta = \frac{qE}{mg}$।
অপরিবাহী পাতের জন্য তড়িৎ ক্ষেত্র $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$।
$\tan\theta = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 mg} \Rightarrow \sigma = \frac{2\epsilon_0 mg\tan\theta}{q}$
$\sigma = \frac{2\times8.85\times10^{-12}\times1.12\times10^{-6}\times9.8\times\tan(27.4°)}{-19.7\times10^{-9}}$
$\approx -5.11 \times 10^{-9}\ \text{Cm}^{-2}$

25. **Solⁿ:** $V_D = V_{AD} + V_{BD} + V_{CD}$
$= 9\times10^9 \times \left(\frac{q_A}{AD} + \frac{q_B}{BD} + \frac{q_C}{CD}\right)$
$= 9\times10^9 \times \left(\frac{3\times10^{-9}}{2} + \frac{4\times10^{-9}}{2\sqrt{2}} + \frac{-2\times10^{-9}}{2}\right)$
$= \frac{9}{2}(3 + 2\sqrt{2} - 2) = 17.228$ V



আবার, $V_0 = V_{AO} + V_{BO} + V_{CO}$
$= 9\times10^9 \times \left(\frac{q_A}{AO} + \frac{q_B}{BO} + \frac{q_C}{CO}\right)$
$= \frac{9}{\sqrt{2}}(3 + 4 - 2) = 31.82$ V
∴ কৃতকাজ, $W = q(V_0 - V_D)$
$= 3\times10^{-9} \times (31.82 - 17.228)$ J
$= 4.38 \times 10^{-8}$ J **(Ans.)**

26. **Solⁿ:**

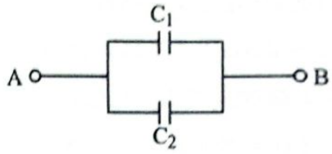


$q_p = q_e = e = 1.6 \times 10^{-19}$ C
সংস্থাটির স্থিতিশক্তি, $U = U_1 + U_2 + U_3$
$= 9\times10^9\left(\frac{e.e}{d} + \frac{e\cdot(-e)}{r} + \frac{e\cdot(-e)}{r}\right) = 9\times10^9 \times e^2\left(\frac{1}{d} - \frac{2}{r}\right)$
$= 9\times10^9 \times (1.6\times10^{-19})^2 \times \left(\frac{1}{1.5\times10^{-10}} - \frac{2}{1\times10^{-10}}\right)$
$= -3.072\times10^{-18}\text{J} = -\frac{3.072\times10^{-18}}{1.6\times10^{-19}}\text{eV} = -19.2\text{eV}$ **(Ans.)**

27. **Solⁿ:** আমরা জানি, $E = -\frac{dv}{dx} = \frac{5}{x^3} \Rightarrow dV = -\frac{5}{x^3}dx$
$\Rightarrow \int_{V_P}^{V_Q} dV = \int_1^2 -\frac{5}{x^3}dx$
$\therefore V_Q - V_P = \left[\frac{5}{2x^2}\right]_1^2 = -\frac{15}{8}$ একক
$\therefore V_P - V_Q = \frac{15}{8}$ একক **(Ans.)**

28. **Solⁿ:** $E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow dV = -Edr$
$\Rightarrow dV = -\vec{E}\cdot\vec{dr} = -(20\hat{i} + 30\hat{j})\cdot(dx\hat{i} + dy\hat{j})$
$dV = -20\ dx - 30\ dy$
∴ (2,2) বিন্দুতে বিভব, $V = \int_{(0,0)}^{(2,2)} dV$
$= -\int_{(0.0)}^{(2,2)}(20\ dx + 30\ dy)$
$= -[20x + 30y]_{(0,0)}^{(2,2)}$
$= -100$ V **(Ans.)**

29. **Solⁿ:** প্রশ্নের চিত্রটিকে বর্তনীরূপে প্রকাশ করলে-



$C_1 = \frac{\epsilon_0 k_1 \frac{A}{2}}{d}$ এবং $C_2 = \frac{\epsilon_0 k_2 \frac{A}{2}}{d}$
[ক্ষেত্রফল অর্ধেক কারণ k_1 ও k_2 অংশে ক্ষেত্রফল দুইভাগে বিভ হয়েছে]

$$C = C_1 + C_2 = \frac{8.854\times10^{-12}\times7\times\frac{50\times10^{-4}}{2}}{10\times10^{-2}} + \frac{8.854\times10^{-12}\times5\times\frac{50\times10^{-4}}{2}}{10\times10^{-2}}$$
$= 2.656 \times 10^{-12}$F **(Ans.)**

30. **Solⁿ:** (i) আমরা জানি, $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$
$\Rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{3.55\times10^{-6}\times1.24\times10^{-2}}{8.854\times10^{-12}} = 4972\text{m}^2$
(ii) প্রথমে ব্যাটারির সঙ্গে লাগানোর সময়,
$Q = C_1V = 3.55 \times 10^{-6} \times 6.30 = 2.24 \times 10^{-5}$C
C_1 ধারকে সঞ্চিত শক্তি,
$U = \frac{1}{2}C_1V^2 = \frac{1}{2}\times 3.55\times10^{-6}\times6.30^2 = 7.04\times10^{-5}$J
পরে, C_1 ও C_2 সমান্তরালে সংযোগের সময় মোট চার্জ Q অপরিবর্তিত থাকে।
এখন, $C_{eq} = C_p = C_1 + C_2$ (সমান্তরাল সংযোগ)
$\therefore C_{eq} = 3.55 + 8.95 = 12.5\mu$F
দুটি ধারকের সাধারণ বিভব V′ হলে,
$C_{eq} = \frac{Q}{V'} \Rightarrow V' = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{2.24\times10^{-5}}{12.5\times10^{-6}} = 1.79$V
দুটি ধারকে সঞ্চিত মোট শক্তি,
$U' = U_1 + U_2 = \frac{1}{2}C_1V'^2 + \frac{1}{2}C_2V'^2 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)V'^2$
$= \frac{1}{2}(3.55 + 8.95)\times10^{-6}\times1.79^2 = 2\times10^{-5}$J
[এটিকে এভাবেও বের করা যায়:
$U' = \frac{Q^2}{2C_{eq}} = \frac{(2.24\times10^{-5})^2}{2\times12.5\times10^{-6}} = 2\times10^{-5}$J]

দেখা যাচ্ছে, U′ < U। (আপাতদৃষ্টিতে মনে হচ্ছে, শক্তির সংরক্ষণ নীতি ভঙ্গ হয়ে গিয়েছে, কিন্তু আসলে হয়নি।)

$U - U' = 5.04 \times 10^{-5}$J পরিমাণ শক্তি ধারক দুটোর সংযোগকারী তারের মধ্যে তাপ হিসেবে বের হয়ে গিয়েছে। যখন এই ধারক দুটোকে চাবি বন্ধ করে সংযুক্ত করা হয়, তখন ক্ষণিকের জন্য তারের মধ্যে কিছু তড়িৎ প্রবাহিত হয়, কারণ C_1 থেকে কিছু পরিমাণ চার্জ C_2-তে স্থানান্তরিত হয়, আর সেজন্যই এই ক্ষণিকের তড়িৎ প্রবাহ, আর এতেই কিছু বিদ্যুৎ শক্তির তাপশক্তিতে রূপান্তর হয়। যদি তারগুলোর রোধ একেবারেই শূন্য হত (বাস্তবে তা সম্ভব নয়), তবে এই 5.04×10^{-5} শক্তি চাবিটি বন্ধ করার সময় একটি বৈদ্যুতিক spark তৈরি করে বর্তনী থেকে বেরিয়ে যেত। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি রক্ষিত হচ্ছে।

অধ্যায় ০৩

চল তড়িৎ

টপিক অ্যানালাইসিস

> ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: রোধ	22	08	BUET'24-25, 21-22, 13-14 KUET'16-17, 11-12, 06-07 RUET'09-10; CUET'10-11 CKRUET'21-22; BUTEX'15-16, 12-13; IUT'23-24, 22-23, 21-22, 19-20, 16-17, 14-15; SUST'25-26, 24-25	BUET'21-22, 08-09, 04-05, 02-03; RUET'18-19, 11-12; BUTEX'09-10, 07-08
✪✪✪	T-02: রোধের শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়	07	02	BUET'21-22, 11-12; KUET'12-13; RUET' 10-11; CUET'11-12, CKRUET'21-22; IUT'20-21,	BUET'05-06; MIST'23-24
✪	T-03: তড়িৎ প্রবাহ	02	03	CKRUET'20-21; IUT'10-11	BUET'14-15; KUET'03-04; BUTEX' 09-10
✪✪	T-04: বর্তনীতে ওহমের সূত্র	10	04	BUET'22-23, CUET'14-15, 10-11, 08-09; CKRUET'22-23, IUT'23-24, 22-23, 14-15	CUET'07-08, 05-06, 04-05; BUTEX'10-11
✪✪	T-05: তড়িচ্চালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ	08	01	KUET'04-05; CUET'25-26, 13-14; IUT'21-22, 20-21, 19-20, 14-15; SUST'25-26	RUET'07-08
✪	T-06: বিভব বিভাজন নীতি ও তড়িৎ প্রবাহ বিভাজন নীতি	04	05	BUET'24-25; BUTEX'17-18; IUT'22-23, 14-15	KUET'25-26 RUET'15-16, 09-10; BUTEX'21-22, 10-11
✪	T-07: অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার	02	01	BUET'11-12; IUT'21-22	BUTEX'23-24
✪✪✪	T-08: অ্যামিটারের পাল্লা বিবর্ধন	14	02	BUET'22-23, 21-22, 05-06, 04-05; KUET'18-19, 10-11; RUET'24-25, 13-14; CUET'15-16, 04-05; BUTEX'16-17; IUT'18-19, 11-12	BUET'01-02; RUET'08-09, 06-07

✪	T-09: ভোল্টমিটারের পাল্লা বিবর্ধন	01	01	BUET'10-11	RUET'19-20
✪✪✪	T-10: তড়িৎপ্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপশক্তি ও তড়িৎ ক্ষমতা	19	08	BUET'24-25, 12-13, 11-12, 10-11, 08-09; KUET'24-25, 16-17, 15-16, 12-13, RUET'10-11, CKRUET'23-24, 21-22, BUTEX'14-15, IUT'21-22, 18-19, 16-17, 14-15,	BUET'17-18, 14-15, 06-07; CUET'09-10, 03-04; BUTEX'09-10, 08-09 MIST'24-25
✪✪✪	T-11: বিদ্যুৎ বিল	05	10	KUET'24-25; RUET'13-14, CKRUET'23-24, 21-22, 20-21,	BUET'18-19, 12-13; RUET'10-11, 07-08, 08-09, 04-05; BUTEX'22-23, 18-19, 06-07,01-02
✪✪	T-12: বাল্ব রেটিং	12	05	BUET'12-13, 09-10; KUET'07-08, 06-07 RUET'24-25; CUET'10-11 CKRUET'22-23; IUT'21-22, 10-11; SUST'11-12	BUET'23-24, 14-15, 09-10; RUET'17-18; BUTEX'25-26
✪	T-13: কোষের সমবায়	01	02	CKRUET'23-24	CUET'03-04; BUTEX'24-25
✪✪	T-14: কার্শফের সূত্র	02	07	CUET'10-11; IUT'23-24	BUET'22-23, 21-22, 19-20, 16-17, 14-15, 11-12 BUTEX'11-12
✪	T-15: হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি	06	04	BUET'23-24; KUET'08-09; RUET'25-26, 13-14; CUET'05-06; IUT'20-21	BUET'04-05; RUET'05-06 CUET'24-25; IUT'10-11
✪	T-16: মিটার ব্রিজ	02	-	KUET'17-18; BUTEX'15-16	
✪	T-17: বিবিধ	03	01	BUET'23-24; CUET'10-11 BUTEX'13-14	KUET'03-04

T-01: রোধ

কনসেপ্ট রিভিউ

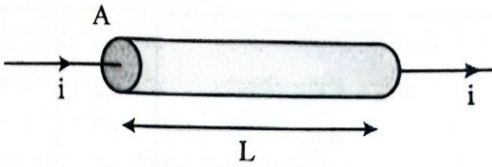
- পরিবাহীর রোধ:

$R = \rho \frac{L}{A}$

ρ = আপেক্ষিক রোধ (পরিবাহীর উপাদানের ধর্ম)

L = পরিবাহীর দৈর্ঘ্য

A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল



- পরিবাহীর রোধের সঙ্গে তাপমাত্রার সম্পর্ক:

$R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$

এখানে,

R_θ = θ°C তাপমাত্রায় রোধ

R_0 = 0°C তাপমাত্রায় রোধ

α = রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক (একক $°C^{-1}$ বা K^{-1})

θ = °C এককে তাপমাত্রা

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 20 Ω রোধের একটি তামার তারকে টেনে এমনভাবে লম্বা করা হলো যে তারের দৈর্ঘ্য চারগুণ এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এক-চতুর্থাংশ হয়। পরিশেষে রোধ কত হবে? **[SUST'25-26]**

(a) 320 Ω (b) 240 Ω
(c) 120 Ω (d) 480 Ω ⓐ

Solⁿ: $R' = n^2R = (4^2 \times 20) = 320\ \Omega$

02. 2Ω রোধের তারের দৈর্ঘ্য ও ব্যাসার্ধ অর্ধেক করলে রোধ কত হবে? **[BUET'24-25]**

(a) 4Ω (b) 2 Ω (c) 0.5 Ω (d) 8 Ω ⓐ

Solⁿ: $R = \rho\frac{L}{A} = \rho\frac{L}{\pi r^2} \therefore R \propto \frac{L}{r^2}$

$\therefore R_{new} = R\frac{\left(\frac{1}{2}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = R\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{1} = 2R = 2 \times 2\Omega = 4\ \Omega$

03. আপেক্ষিক রোধের SI Unit কোনটি? **[SUST'24-25]**

(a) ওহম (b) মিটার
(c) ওহম-মিটার (d) ওহম/মিটার ⓒ

04. The resistances of a resistance thermometer at 0°C and 100°C be respectively 10 Ω and 25 Ω. When the thermometer is placed in an oven, the resistance becomes 38 Ω. Find the temperature of the oven. (একটি রোধ-থার্মোমিটারের রোধ 0°C তে 10 Ω এবং 100°C তে 25 Ω। থার্মোমিটারটি একটি ওভেনে স্থাপন করার পর এর রোধ হয় 38 Ω। ওভেনের তাপমাত্রা কত?) **[IUT'22-23]**

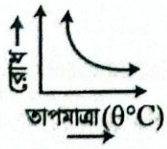
(a) 166.67°C (b) 176.67°C
(c) 186.67°C (d) 196.67°C ⓒ

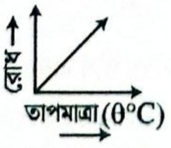
Solⁿ: $\frac{R-R_{ice}}{R_{steam}-R_{ice}} = \frac{\theta-\theta_{ice}}{\theta_{steam}-\theta_{ice}}$

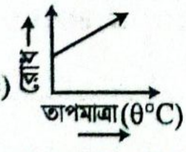
$\Rightarrow \frac{38-10}{25-10} = \frac{\theta-0}{100-0}$

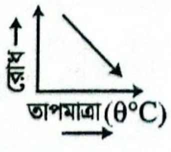
$\Rightarrow \theta = 186.67°C$

05. Conductor এর রোধ বনাম তাপমাত্রা গ্রাফ- **[BUET'21-22]**

(a)


(b)


(c)


(d)


ⓒ

Solⁿ: আমরা জানি, $R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$

$\Rightarrow R_\theta = R_0 + \alpha R_0\theta;$ $[\alpha, R_0$ ধ্রুবক$]$

$\therefore$ [$y = mx + c$ আকারের সরলরেখা]

06. একই রোধের তামার দুটি তারের দৈর্ঘ্য 1:9। তাদের ব্যাসের অনুপাত কত? **[BUET'21-22; BUET'13-14]**

(a) 1:3 (b) 3:1
(c) 9:1 (d) 1:9 ⓐ

Solⁿ: $\frac{L_1}{A_1} = \frac{L_2}{A_2}$; $\left[R = \rho\frac{L}{A}; R, \rho \text{ constant}\right]$

$\Rightarrow \frac{1}{A_1} = \frac{9}{A_2} \Rightarrow \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{1}{9} \therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{3}$

07. 100Ω রোধবিশিষ্ট একটি তারকে টেনে 4 গুণ লম্বা করা হল। লম্বাকৃত তারটির রোধ নির্ণয় কর। **[IUT'23-24; CKRUET'21-22; BUTEX'12-13; KUET'11-12, 06-07, RUET'09-10]**

(a) 1600Ω (b) 800Ω (c) 400Ω (d) 100Ω
(e) 25Ω ⓐ

Solⁿ: $R_{new} = n^2R = 4^2(100) = 1600\Omega$

08. A thermometer is made using a carbon resistor having a temperature coefficient of resistivity of $-0.00050\ °C^{-1}$. The variation of resistance with temperature in the linear region is used to measure the temperature. On a cold winter day when the temperature is 8°C, the resistance is 216.8 Ω. What is the temperature on a summer day when the resistance is 213.5 Ω? (একটি থার্মোমিটার তৈরি করা হয়েছে একটি কার্বন রেজিস্টর ব্যবহার করে, যার রোধের তাপমাত্রা সহগ হল $-0.00050\ °C^{-1}$। রোধ ও তাপমাত্রার মধ্যে যে সরলরৈখিক পরিবর্তন ঘটে, সেটিকে ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়। এক শীতের দিনে, যখন তাপমাত্রা ছিল 8°C, তখন রোধ ছিল 216.8 Ω। এক গরম গ্রীষ্মের দিনে রোধ 213.5 Ω হলে, তখন তাপমাত্রা কত ছিল?) **[IUT'21-22, 19-20]**

(a) 33.4°C (b) 36.4°C
(c) 34.4°C (d) 38.4°C ⓓ

Solⁿ: $R_1 = R_0(1 + \alpha\,\theta_1) \ldots\ldots\ldots (i)$

$R_2 = R_0(1 + \alpha\,\theta_2) \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(ii) \div (i) \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1+\alpha\,\theta_2}{1+\alpha\,\theta_1}$

$\Rightarrow \frac{213.5}{216.8} = \frac{1-5\times10^{-4}\times\theta_2}{1-5\times10^{-4}\times8}$

$\Rightarrow \theta_2 = 38.32°C \approx 38.4°C$

09. 30°C তাপমাত্রায় নিকেল তারের রোধ 100Ω। 75° C তাপমাত্রায় উক্ত তারের রোধ কত পাওয়া যাবে? [নিকেল তারের রোধের সহগ $6 \times 10^{-3}/^{o}C$]
[BUET'13-14; KUET'16-17; IUT'16-17]

(a) 117.39 Ω (b) 120 Ω
(c) 122.88 Ω (d) 124.2 Ω
(e) 1300 Ω ⓒ

Solⁿ: $\frac{R_{75}}{R_{30}} = \frac{R_0(1+\alpha 75)}{R_0(1+\alpha 30)}$

$R_{75} = \left(\frac{1+6\times10^{-3}\times75}{1+6\times10^{-3}\times30}\right) \times 100 = 122.88\ \Omega$

10. তারের ব্যাস 1mm এবং আপেক্ষিক রোধ $48 \times 10^{-8}\Omega$-m। যদি তারের ব্যাস দ্বিগুণ হয় তবে আপেক্ষিক রোধ হবে–
[BUTEX'15-16]

(a) 48×10^{-8} Ω-m (b) 24×10^{-8} Ω-m
(c) 12×10^{-8} Ω-m (d) 6×10^{-8} Ω-m ⓐ

Solⁿ: আপেক্ষিক রোধ তারের ব্যাসের উপর নির্ভর করে না।

11. A plastic tube 25.0 m long and 4.00 cm in diameter is dipped into a silver solution, depositing a layer of silver 0.100 mm thick uniformly over the outer surface of the tube. If the coated tube is connected to a 12.0 V battery, then what will be the current? [Specific resistance of silver $= 1.47 \times 10^{-8}\ \Omega$m] (একটি 25.0 m লম্বা এবং 4.00 cm ব্যাসের প্লাস্টিক টিউব একটি রূপার দ্রবণে ডুবানো হয়েছে, যার ফলে টিউবের বাইরের পৃষ্ঠে 0.100 mm পুরুত্বের একটি রূপার স্তর সমভাবে জমা হয়। যদি এই প্রলেপ দেওয়া টিউবটি একটি 12.0 V ব্যাটারির সাথে সংযুক্ত করা হয়, তবে এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ কত হবে? [রূপার আপেক্ষিক রোধ $= 1.47 \times 10^{-8}\ \Omega$m]) **[IUT'14-15]**

(a) 425 A (b) 435 A (c) 410 A (d) 445 A ⓒ

Solⁿ: $R = \frac{\rho L}{A}$

$= \frac{1.47\times10^{-8}\times25}{\pi\times(2.01^2-2^2)\times10^{-4}}$

$= 29.172 \times 10^{-3}\ \Omega$

$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{12}{R}$

$= 411.36\ A \approx 410A$

12. যদি R রোধ বিশিষ্ট একটি তামার তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হয় তাহলে তার আপেক্ষিক রোধ হবে- **[BUET'13-14]**

(a) দ্বিগুণ (b) এক-চতুর্থাংশ
(c) চারগুণ (d) একই ⓓ

Solⁿ: উপাদান পরিবর্তিত না হলে আপেক্ষিক রোধ একই থাকবে।

13. দুটি ভিন্ন পদার্থের ধাতব তারের দৈর্ঘ্য একই এবং রোধও একই। তার দুটির ব্যাসার্ধের অনুপাত 2: 1 হলে তার দুটির আপেক্ষিক রোধের অনুপাত হল- **[CUET'10-11]**

(a) 1: 4 (b) 4: 1
(c) 1: 1 (d) All of these ⓑ

Solⁿ: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{RA_1}{L}}{\frac{RA_2}{L}}$

$= \frac{A_1}{A_2} = \frac{r_1{}^2}{r_2{}^2} = \frac{4}{1}$

$\therefore \rho_1 : \rho_2 = 4: 1$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01. যদি একটি তামার তারকে টেনে 0.1% লম্বা করা হয়, তাহলে এর বৈদ্যুতিক রোধের শতকরা পরিবর্তন কত হয়? **[BUET'21-22]**

Solⁿ: মনে করি, তারের আদি দৈর্ঘ্য L_0

$\therefore$ পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L = L_0\left(1 + \frac{0.1}{100}\right) = 1.001L_0$

আবার, $V_0 = V \Rightarrow A_0L_0 = AL \Rightarrow A_0L_0$

$\Rightarrow A = \frac{A_0}{1.001}$

এখানে, পরিবর্তিত রোধ R হলে, $R = \rho\frac{L}{A} = \frac{\rho(1.001)^2\times L_0}{A_0}$

$= 1.002001R_0$

$\therefore$ রোধের শতকরা পরিবর্তন $= (1.002001 - 1) \times 100\%$

$= 0.2001\%$ **(Ans.)**

02. R রোধ বিশিষ্ট একটি তড়িৎ পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্যকে টেনে এর আসল দৈর্ঘ্যের n গুণ লম্বা করা হলো। লম্বা করার পরে তারটির রোধ কত হবে?
[RUET'18-19; BUTEX'09-10;BUET'08-09, 04-05, 02-03]

Solⁿ: $\rho = \frac{RA}{L}$ $\left[\because V' = V \Rightarrow AL = nL \cdot A' \therefore A' = \frac{A}{n}\right]$

n গুণ লম্বা হলে, $\rho = \frac{R'\times\frac{A}{n}}{nL}$

$\therefore \frac{RA}{L} = \frac{R'\times A}{n^2L} \Rightarrow R' = n^2R$

03. 0.44 মিটার দীর্ঘ এবং 0.12 মি.মি. ব্যাসের একটি তারের রোধ 15 ওহম। তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। **[RUET'11-12, BUTEX'07-08]**

Solⁿ: আমরা জানি, $R = \rho\frac{L}{A}$

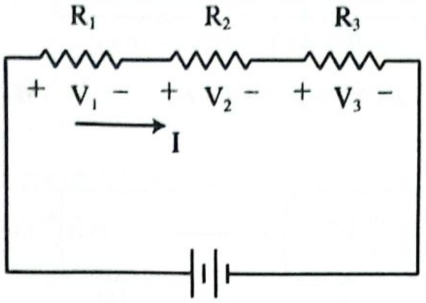
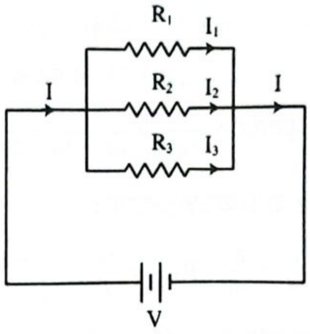
বা, $\rho = \frac{R\pi r^2}{L}$

$= \frac{15\times\pi\times(0.6\times10^{-4})^2}{0.44}$

$= 3.85 \times 10^{-7}\Omega$m **(Ans.)**

T-02: রোধের শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়

কনসেপ্ট রিভিউ

শ্রেণি সমবায়	সমান্তরাল সমবায়
 R₁ R₂ R₃ + V₁ − + V₂ − + V₃ − I	 R₁ I₁ R₂ I₂ R₃ I₃ I I V
◆ সকল রোধে একই তড়িৎ প্রবাহিত হয়। ◆ রোধের মান (R_1, R_2, R_3) অনুসারে তাদের দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য (V_1, V_2, V_3) ভিন্ন ভিন্ন হয়। ◆ $R_s = R_1 + R_2 + R_3$	◆ সবগুলো রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য একই। ◆ রোধের মানের (R_1, R_2, R_3) উপর নির্ভর করে তড়িৎপ্রবাহ (I_1, I_2, I_3) ভিন্ন ভিন্ন হয়। ◆ $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ◆ শুধু দুইটি রোধের জন্য, $R_P = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 3টি 30 Ω রোধ সমান্তরালে থাকলে তুল্যরোধ? **[BUET'21-22]**

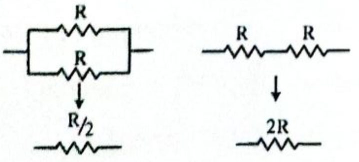
(a) $\frac{3}{10}\,\Omega$ (b) 10 Ω (c) $\frac{1}{10}\,\Omega$ (d) None ⓑ

Solⁿ: $R_p = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} + \frac{1}{30}\right)^{-1} = 10\,\Omega$

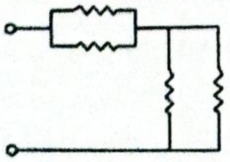
02. দুইটি সমমানের রোধ শ্রেণি এবং সমান্তরালে সংযুক্ত করলে সমতুল্যরোধ দুইটির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর। **[CKRUET'21-22]**

(a) 4 times (b) 2 times
(c) Equal (d) 3 times (e) 8 times ⓐ

Solⁿ:



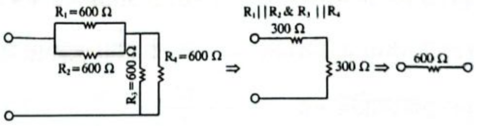
$\therefore R_s = 4R_P$ [4 times]

03. 
What is the equivalent resistance of the circuits if each has a resistance of 600 Ω?

(যদি প্রতিটি রোধ 600 Ω হয়, তবে বর্তনীর তুল্য রোধ কত হবে? **[IUT'20-21]**

(a) 60 Ω (b) 1200 Ω (c) 600 Ω (d) 175 Ω ⓒ

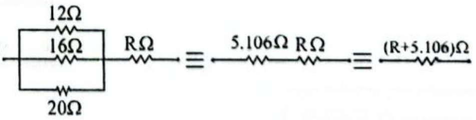
Solⁿ:


R₁=600 Ω
R₂=600 Ω
R₃=600 Ω
R₄=600 Ω
R₁||R₂ & R₃||R₄
300 Ω
300 Ω
600 Ω

04. 12, 16 এবং 20 Ω বিশিষ্ট তিনটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করার পর আর কত Ω রোধ সিরিজ এ যুক্ত করলে সর্বমোট রোধ 25Ω হবে? **[KUET'12-13]**

(a) 19.89 Ω (b) 9.5 Ω
(c) 7.10 Ω (d) 8.15 Ω
(e) 12.17 Ω ⓐ

Solⁿ:


12Ω
16Ω
20Ω
RΩ
5.106Ω RΩ
(R+5.106)Ω

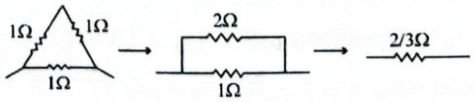
প্রশ্নমতে, $R + 5.106 = 25$

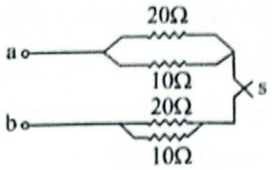
$\Rightarrow R = 19.893\,\Omega \approx 19.89\,\Omega$

05. 3Ω রোধের একটি তারকে সমবাহু ত্রিভুজের আকারে বাঁকানো হল। এর একটি বাহুর প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী রোধের মান হবে- **[BUET'11-12]**

(a) $\frac{2}{3}\,\Omega$ (b) $\frac{3}{2}\,\Omega$
(c) 1 Ω (d) $\frac{7}{2}\,\Omega$ ⓐ

Solⁿ:


1Ω
1Ω
1Ω
2Ω
1Ω
2/3Ω

06. 

বর্তনীতে S সুইচ চালু করলে a এবং b প্রান্তে রোধ কত হবে? [CUET'11-12]

(a) 30 Ω (b) 25 Ω

(c) 13.33 Ω (d) All of these ⓒ

Solⁿ: a প্রান্তে তুল্যরোধ $\frac{1}{R_{P_A}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{3}{20}$

$\therefore R_{P_A} = \frac{20}{3}$ এবং b প্রান্তে তুল্যরোধ,

$\frac{1}{R_{P_B}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{3}{20} \therefore R_{P_B} = \frac{20}{3}$

$\therefore$ a ও b প্রান্তে রোধ $R_s = R_{P_A} + R_{P_B}$

$= \frac{20}{3} + \frac{20}{3} = \frac{40}{3} = 13.33\ \Omega$

07. একটি অজানা রোধের সঙ্গে একটি 3ohm রোধ সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। বর্তনীর তুল্যরোধ কত হবে? [RUET'10-11]

(a) 3 ohm এর বেশি (b) 3 ohm এর কম

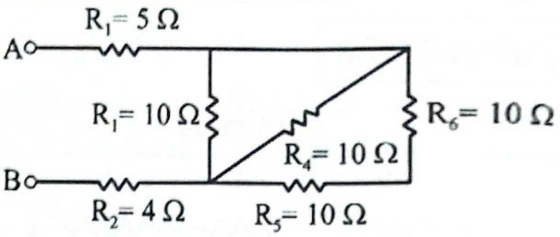
(c) 3 ohm এর সমান (d) অজানা রোধের সমান

(e) কোনোটিই নয় ⓑ

Solⁿ: অনেকগুলো সিরিজে সংযুক্ত রোধের তুল্যরোধ এ সংযোগের যেকোনো রোধের চাইতে বড় হয়।

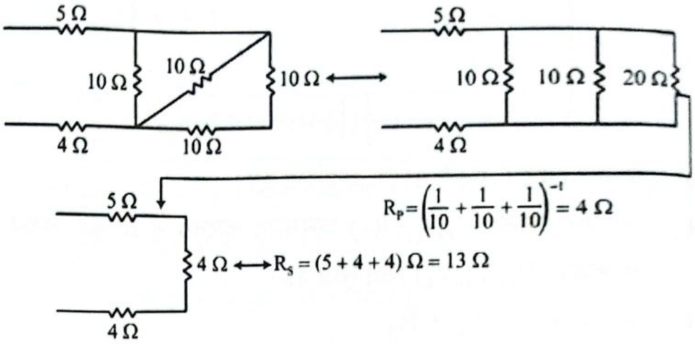
আবার, অনেকগুলো সমান্তরালে সংযুক্ত থাকা রোধের তুল্যরোধ যেকোনো রোধের চাইতে ছোট হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 

A ও B এর মধ্যে তুল্যরোধ কত? [MIST'23-24]

Solⁿ:



$R_P = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} = 4\ \Omega$

$R_s = (5 + 4 + 4)\ \Omega = 13\ \Omega$

02. শ্রেণি সমবায়ে সজ্জিত দুটি পরিবাহীর রোধ 40-ohm য সমান্তরাল সমবায়ে 7.5-ohm হয়। প্রতিটি পরিবাহীর রোধ বে করো। [BUET'05-06]

Solⁿ: $R_1 + R_2 = 40 \ldots\ldots\ldots (i)$

$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{7.5} \Rightarrow \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} = \frac{1}{7.5} \Rightarrow \frac{40}{R_1R_2} = \frac{1}{7.5}$ [(i) থেকে]

$\Rightarrow R_1R_2 = 300 \Rightarrow R_2 = \frac{300}{R_1} \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i) \Rightarrow R_1 + \frac{300}{R_1} = 40 \Rightarrow R_1^2 - 40R_1 + 300 = 0$

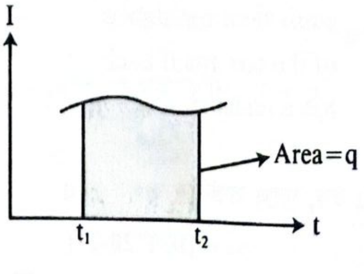
$\Rightarrow (R_1 - 30)(R_1 - 10) = 0 \Rightarrow R_1 = 30, 10$

$\therefore$ পরিবাহীদ্বয়ের রোধ 30 Ω, 10 Ω. **(Ans.)**

T-03: তড়িৎ প্রবাহ

কনসেপ্ট রিভিউ

- সুষম প্রবাহের ক্ষেত্রে, $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$
- অসম প্রবাহের ক্ষেত্রে, $I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int_{t_1}^{t_2} I dt$



- তাড়নবেগ ও তড়িৎ প্রবাহের সম্পর্ক: $I = nAve$

এখানে,

n = পরিবাহীর একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা
A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল
v = তাড়ন বেগ
e = ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}C$

- প্রবাহ ঘনত্ব, $J = \frac{I}{A} = \frac{nAve}{A} = nve$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুড

01. $4 \times 10^{-6}m^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি পরিবাহীর ভেতর দিয়ে 5 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহীর মধ্যে চার্জের ঘনত্ব $5 \times 10^{26}m^{-3}$ হলে ইলেকট্রনের drift speed কত? **[CKRUET'20-21]**

(a) $0.015625\ ms^{-1}$
(b) $0.015625\ cms^{-1}$
(c) $\frac{1}{128}\ ms^{-1}$
(d) উপরের তথ্য থেকে গণনা করা অসম্ভব
(e) কোনোটিই নয়

ⓐ

Solⁿ: $I = nAve$

$$\Rightarrow v = \frac{I}{Ane} = \frac{5}{4\times10^{-6}\times5\times10^{26}\times1.6\times10^{-19}}\ ms^{-1}$$
$$= \frac{1}{64}\ ms^{-1} = 0.015625\ ms^{-1}$$

02. A current of 4.8 amperes flows through an automobile headlight. How many coulombs of charge flow through it in two hours? (একটি অটোমোবাইলের হেডলাইটের মাধ্যমে 4.8 amperes তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। দুই ঘণ্টায় এর মাধ্যমে মোট কত কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হবে?) **[IUT'10-11]**

(a) 7×10^4 C
(b) 3.5×10^4 C
(c) 1.7×10^4 C
(d) 0.35×10^4 C

ⓑ

Solⁿ: $q = It = 4.8 \times 2 \times 3600$
$$= 3.456 \times 10^4\ C$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুড

01. একটি নমুনায় দ্বিযোজী ধাতুর আয়তন $4.0 \times 10^{-5}m^3$। ধাতুটির ঘনত্ব $9.0\ gcm^{-3}$ এবং আণবিক ভর $60\ gmol^{-1}$। নমুনায় কয়টি পরিবাহী ইলেকট্রন রয়েছে? [অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা = $6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$]। **[BUET'14-15]**

Solⁿ: আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$$\Rightarrow m = \rho V = 9 \times (4 \times 10^{-5}) \times 10^6(g) = 360\ g$$

আণবিক ভর = $60\ gmol^{-1}$

$$\therefore n = \frac{W}{m} = \frac{360}{60} = 6\ mol$$

∴ ইলেকট্রন সংখ্যা = $2 \times 6 \times 6.02 \times 10^{23}$
$= 7.224 \times 10^{24}$ **(Ans.)**

02. একটি তারের মধ্যদিয়ে 45 সেকেন্ড যাবৎ 7.5 A মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করা হল। কতগুলো ইলেকট্রন তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হল? **[BUTEX'09-10 ; KUET'03-04]**

Solⁿ: $q = It = 45 \times 7.5\ C = 337.5C$

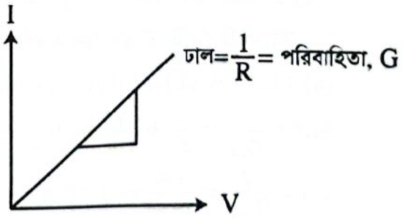
e^- সংখ্যা, $n = \frac{q}{e} = \frac{337.5}{1.6\times10^{-19}}$
$= 2.11 \times 10^{21}$

T-04: বর্তনীতে ওহমের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- ওহমের সূত্র:

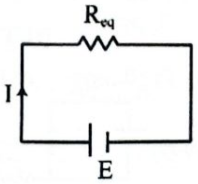
"একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ (I) এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের (V) সমানুপাতিক।"



অর্থাৎ, $I \propto V \Rightarrow \frac{I}{V} =$ ধ্রুবক, বা $\frac{V}{I} =$ ধ্রুবক। যেকোন পরিবাহীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ I হলে যদি এর দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য V হয়, তবে এর রোধ, $R = \frac{V}{I}$ এবং এর পরিবাহিতা, $G = \frac{I}{V}$। তাই ওহমের সূত্র অনুযায়ী, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর R = ধ্রুবক। যেসব পরিবাহী ওহমের সূত্র মেনে চলে, তাদের বলা হয় Ohmic conductors।

- রোধের একক Ω, পরিবাহিতার একক S (সিমেন্স) অথবা Ω^{-1}

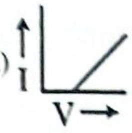
বর্তনীতে ওহমের সূত্র প্রয়োগের নিয়ম:

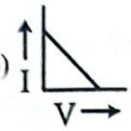


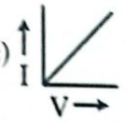
➢ তড়িৎ কোষের দুই প্রান্তবিন্দুর মাঝে তুল্যরোধ (R_{eq}) নির্ণয়।
➢ কোষের ভোল্টেজ দিয়ে তুল্যরোধকে ভাগ করে বর্তনীর মূল প্রবাহ নির্ণয় ($I = \frac{V}{R_{eq}}$)।

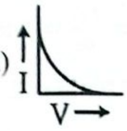
বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলূড

01. Which of the following does show the change in electric current (I) with the change in potential difference (V) of two ends of a constant resistance? (নিচের কোনটি একটি নির্দিষ্ট রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য (V) পরিবর্তনের সাথে সাথে বৈদ্যুতিক প্রবাহের (I) পরিবর্তনকে নির্দেশ করে?) [IUT'23-24]

(a) 

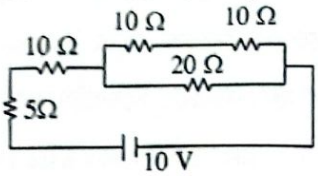
(b) 

(c) 

(d) 

ⓒ

Sol^n: $V = IR \therefore V \propto I$ [R constant]

02. 

সার্কিটের Current = ?

[BUET'22-23; IUT'22-23]

(a) 0.04 A (b) 4000 mA
(c) 400 mA (d) a & c ⓒ

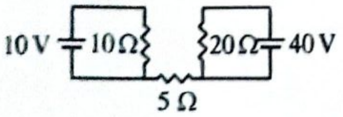
Sol^n: $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{25} = 0.4A = 400$ mA

03. A circuit contains six 480 Ω lamps and a 24.0 Ω heater connected in parallel. The voltage across the circuit is 240 V. What is the total current in the circuit? (একটি বর্তনীতে ছয়টি 480 Ω রোধের ল্যাম্প এবং একটি 24.0 Ω রোধের হিটার সমান্তরালভাবে সংযুক্ত রয়েছে। বর্তনীতে দুই প্রান্তের বিভব হচ্ছে 240 V। সার্কিটে মোট তড়িৎ প্রবাহ কত হবে?) [IUT'14-15]

(a) 11.25 A (b) 13.0 A (c) 12.5 A (d) 15.0 A ⓑ

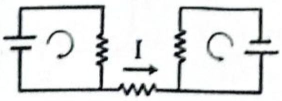
Sol^n: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{24} + \frac{6}{480} \Rightarrow R_{eq} = 18.46\ \Omega$

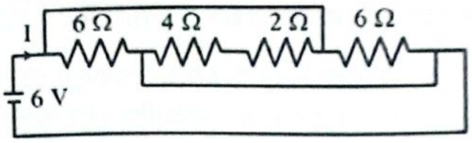
$\therefore I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{240}{18.46} = 13.0$ A

04. 

Determine the current through 5 Ω resistor. (5Ω রোধের ভেতর দিয়ে যাওয়া তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ নির্ণয় কর।) [IUT'22-23; CUET'14-15]

(a) 0.2 amp (b) 0 amp (c) 6 amp (d) 1 amp ⓑ

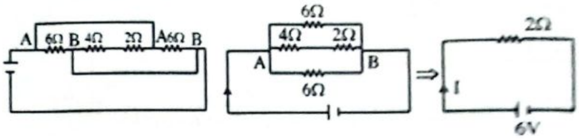
Sol^n: I = 0 A 

05. 

বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I এর মান কত? [CKRUET'22-23]

(a) 0.33 amp (b) 0.5 amp
(c) 1.5 amp (d) 1.0 amp
(e) 3.0 amp ⓔ

Sol^n: $I = \frac{V}{R} = \frac{6}{2}A = 3$ A



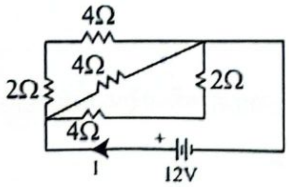
(A ও B বুঝানোর জন্য দেওয়া হয়েছে।)

06. Three devices are connected in parallel to a 12 V battery. Let the resistance of the devices be $R_1 = 2\Omega, R_2 = 3\ \Omega$, and $R_3 = 4\ \Omega$. What is the supplied current by the battery? (তিনটি ডিভাইস একটি 12 V ব্যাটারির সঙ্গে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করা হয়েছে। ডিভাইসগুলোর রোধ যথাক্রমে $R_1 = 2\Omega, R_2 = 3\ \Omega$, এবং $R_3 = 4\ \Omega$. । ব্যাটারি কত পরিমাণ তড়িৎ সরবরাহ করে?) [IUT'17-18]

(a) 13 A (b) 13 mA (c) 26 A (d) 2.6 A ⓐ

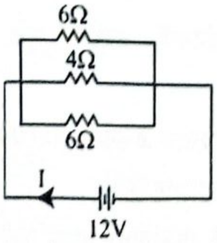
Sol^n: $R_{eq} = (2^{-1} + 3^{-1} + 4^{-1})^{-1} = \frac{12}{13}$

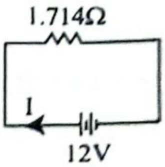
$\therefore I = \frac{12}{12/13} = 13$ A

07. 

চিত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহ I এর মান হল- [CUET'10-11]

(a) 7 amp (b) 0.75 amp
(c) 0 amp (d) None of these ⓐ

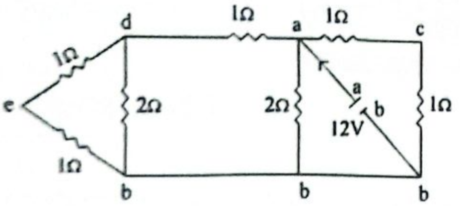
Sol^n: 



তুল্যরোধ = 1.714Ω

$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{12}{1.714} = 7$ amp

08.



বর্তনীতে 12 V ব্যাটারি থেকে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ I এর মান কত? **[CUET'08-09]**

(a) 0.2 Amp (b) 13 Amp

(c) 18 Amp (d) 1 Amp ⓒ

Sol^n: তুল্যরোধ = $(2^{-1}+2^{-1}+2^{-1})^{-1}$

$R=\frac{2}{3}\Omega;\ V=12V$

$I=\frac{V}{R}=\frac{12}{2/3}=18\text{Amp}$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুড

01. 12 V এর সাথে সংযুক্ত রোধ 4 Ω বাড়ালে বর্তনীতে 0.5 A তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস পায়। মূল রোধ কত? **[BUTEX'10-11]**

Sol^n: $I=\frac{12}{R},\ I-0.5=\frac{12}{R+4}$

$\Rightarrow \frac{12}{R}-\frac{1}{2}=\frac{12}{R+4}$

$\Rightarrow 12\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R+4}\right)=\frac{1}{2}$

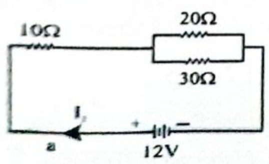
$\Rightarrow \frac{4}{R(R+4)}=\frac{1}{24}$

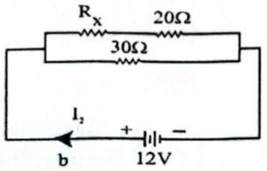
$\Rightarrow 96=R^2+4R$

$\Rightarrow R^2+4R-96=0$

$\therefore R=8\,\Omega$ [-12Ω গ্রহণযোগ্য নয়।] **(Ans.)**

02.





তড়িৎ বর্তনী দুটির মধ্যে b বর্তনীতে রোধ R_x এর মান কত হলে বর্তনী দুটির তড়িৎচালক ব্যাটারি দুটি হতে তড়িৎ প্রবাহ মান একই হবে? **[CUET'07-08]**

Sol^n: $I_a=I_b$

$\therefore \frac{E_a}{10+(20^{-1}+30^{-1})^{-1}}=\frac{E_b}{((R_x+20)^{-1}+30^{-1})^{-1}}$

$\Rightarrow \frac{12}{10+12}=\frac{12}{\frac{(R_x+20)30}{R_x+20+30}}$

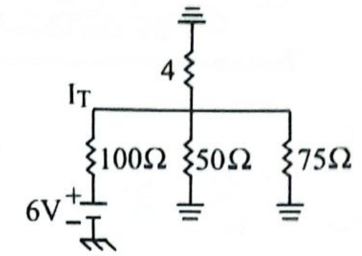
$\Rightarrow \frac{1}{22}=\frac{R_x+50}{30(R_x+20)}$

$\Rightarrow 22R_x+1100=30R_x+600$

$\Rightarrow 8R_x=500$

$\therefore R_x=62.5\Omega$

03.



[CUET'05-06]

চিত্রে বর্ণিত বর্তনীর:

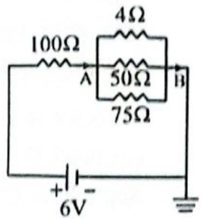
(a) সমতুল্য রোধ নির্ণয় কর।

(b) প্রতিটি রোধের তড়িৎ প্রবাহ বের কর।

Sol^n: (a); $R_{eq}=(50^{-1}+75^{-1}+4^{-1})^{-1}+100$

$=103.529\,\Omega$

(b); $I_{100}=\frac{6}{103.529}=0.058\text{A}$



$R_{AB}=(4^{-1}+50^{-1}+75^{-1})^{-1}$

$=3.5294\,\Omega$

$\therefore V_{AB}=I_{100}R_{AB}=0.2047\text{ V}$

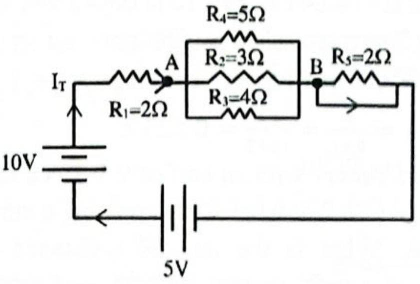
$I_4=\frac{V_{AB}}{4}=5.1175\times10^{-2}\text{A}$

$I_{50}=\frac{V_{AB}}{50}=4.094\times10^{-3}\text{A}$

$I_{75}=\frac{V_{AB}}{75}=2.73\times10^{-3}\text{A}$

04. নিম্নের বর্তনীতে R_1, R_2, R_3, R_4 এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট এর মান নির্ণয় কর। **[CUET'04-05]**

Sol^n:



R_5 দিয়ে কোনো Current প্রবাহিত হবে না।

$R_{eq}=2+\left(\frac{1}{5}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\right)^{-1}\Omega$

$=2+\left(\frac{12+20+15}{60}\right)^{-1}\Omega=3.27659\Omega$

$I_1=\frac{5+10}{3.27659}\text{A}=4.5779\text{A}$

$\therefore V_{AB}=I_1R_p=4.5779\times\left(\frac{1}{5}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}\right)^{-1}\text{V}$

$=5.844\text{ V}$

$\therefore I_2=\frac{V_{AB}}{R_2}=\frac{5.844}{3}\text{A}=1.9489\text{ A}$

$I_3=\frac{V_{AB}}{R_3}=\frac{5.844}{4}\text{A}=1.4617\text{ A}$

এবং $I_4=\frac{V_{AB}}{R_4}=\frac{5.844}{5}\text{A}=1.1688\text{ A}$

T-05: তড়িচ্চালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ

কনসেপ্ট রিভিউ

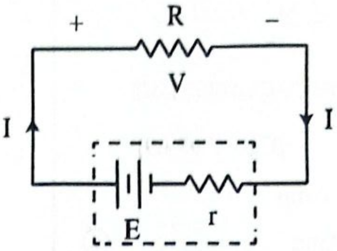
অভ্যন্তরীণ রোধে হারানো বিভব, $V_{lost} = Ir$

বহিঃস্থ রোধে বিভব পতন, $V = IR$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = V_{lost} + V$

$\Rightarrow E = Ir + IR$

$\therefore \boxed{I = \frac{E}{R+r}}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুড

01. একটি তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 4.2 V। একটি 15 Ω বিশিষ্ট রোধ কোষের প্রান্ত দুটির সাথে যুক্ত করলে কোষের প্রান্ত দুটির বিভব পার্থক্য হয় 2.8 V। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় কর। **[CUET'25-26; KUET'04-05]**

(a) 6.49 Ω (b) 7.49 Ω (c) 6.59 Ω (d) 7.59 Ω
(e) 6.69 Ω ⓑ

Sol^n: $E = V + Ir \Rightarrow Ir = E - V = 4.2 - 2.8$

$\Rightarrow Ir = 1.4\ V \ldots\ldots\ldots (i)$

$V = IR \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{2.8}{15} A$

(i) নং এর I এর মান বসিয়ে,

$r = \frac{1.4}{2.8} \times 15 = 7.5\ \Omega \approx 7.49\ \Omega$

02. একটি কোষের তড়িৎচালক শক্তি 1.5 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2 Ω। কোষের প্রান্তদ্বয় 10 Ω রোধের তার দ্বারা যুক্ত করলে উহাতে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? **[SUST'25-26]**

(a) 1.0 A (b) 1.25 A (c) 0.125 A (d) 2 A ⓒ

Sol^n: $I = \frac{E}{R+r} = \frac{1.5}{10+2} = 0.125\ A$

03. An old battery with an emf of 9 V has a terminal voltage of 8.2 V when it is supplying a current of 2 mA. What is the internal resistance of the battery? (একটি পুরোনো ব্যাটারির emf হলো 9 V, এবং এটি যখন 2 mA কারেন্ট সরবরাহ করছে তখন এর প্রান্তীয় ভোল্টেজ হয় 8.2 V। ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ কত?) **[IUT'21-22, 19-20]**

(a) 420 Ω (b) 400 Ω (c) 450 Ω (d) 390 Ω ⓑ

Sol^n: $Ir = (9 - 8.2)V = 0.8V$

$\Rightarrow r \times 2 \times 10^{-3} = 0.8\ V \Rightarrow r = 400\ \Omega$

04. Internal resistance of a battery is 1 Ω. 1% error is found if the electromotive force of the battery is measured by a voltmeter. What is the resistance of the voltmeter? (একটি ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ হল 1 Ω। যদি ব্যাটারির তড়িচ্চালক শক্তি (emf) ভোল্টমিটারের সাহায্যে পরিমাপ করা হয় এবং 1% ত্রুটি পাওয়া যায়, তবে ভোল্টমিটারের রোধ কত হবে?) **[IUT'20-21]**

(a) 89 Ω (b) 87 Ω (c) 99 Ω (d) 97 Ω ⓒ

Sol^n: 1% error is due to internal resistance.

$\therefore$ External votage drop, $V = E - 0.01E$

$\Rightarrow (1 - 0.01)E = V \Rightarrow 0.99I(R + r) = IR$

$\therefore R = 99\ \Omega$

05. A battery dissipates 5 watts when it supplies a current of 4 A through it. The terminal potential at the load is 23 volt. What is the emf of the battery? (একটি ব্যাটারি 4 A তড়িৎ সরবরাহ করার সময় 5 ওয়াট শক্তি অপচয় করে। লোডে প্রান্তীয় বিভব হচ্ছে 23 V। ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল (emf) কত?) **[IUT'14-15]**

(a) 24.25 V (b) 23.25 V
(c) 26.25 V (d) 21.25 V ⓐ

Sol^n: $V_{lost} = \frac{P_{lost}}{I} = \frac{5}{4} = 1.25\ V$

$\therefore E = V + V_{lost} = 1.25 + 23 = 24.25\ V$

06. একটি কোষের তড়িৎচালক বল 2V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω । এর প্রান্তদ্বয় 10Ω রোধের তার দ্বারা যুক্ত করলে কত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? **[CUET'13-14]**

(a) 0.167 amp (b) 24 amp
(c) 0.25 amp (d) None of these ⓐ

Sol^n: $I = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{2+10} = 0.167\ amp$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুড

01. 8 Ω ও 12 Ω এর দুটি রোধকে একবার শ্রেণি সমবায়ে এবং পরে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করে 12 V এর একটি বিদ্যুৎ কোষের সহিত সংযুক্ত করা হলে, প্রত্যেক ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ কোষ বাহকের সরবরাহকৃত প্রবাহের মান নির্ণয় কর। বিদ্যুৎ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5 Ω। **[RUET'07-08]**

Sol^n: শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে তুল্যরোধ, $R_1 = 8 + 12$
$= 20\ \Omega$

এক্ষেত্রে সরবরাহকৃত প্রবাহের মান, $I_1 = \frac{E}{R_1+r} = \frac{12}{20+0.5}$
$= 0.5854\ A$ **(Ans.)**

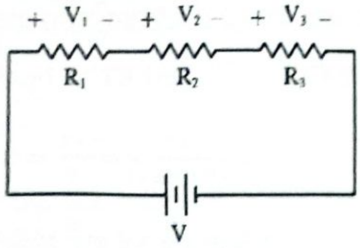
রোধদ্বয় সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ, $R_2 = \frac{8\times12}{8+12} = 4.8\ \Omega$

সেক্ষেত্রে, প্রবাহমাত্রা, $I_2 = \frac{12}{4.8+0.5} = 2.264\ A$

T-06: বিভব বিভাজন নীতি ও তড়িৎ প্রবাহ বিভাজন নীতি

কনসেপ্ট রিভিউ

(i)



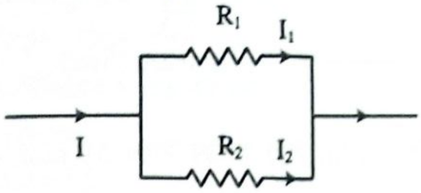
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2+R_3} \times V$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2+R_3} \times V$$

$$V_3 = \frac{R_3}{R_1+R_2+R_3} \times V$$

$\therefore V_n = \frac{R_n}{R_s} \times V$ [R_s = শ্রেণি তুল্যরোধ]

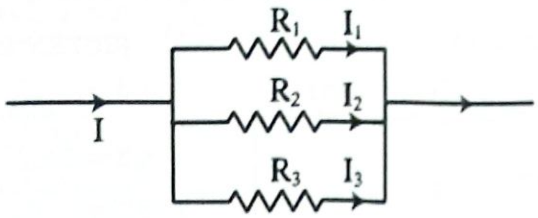
(ii)



$$I_1 = I \times \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

(iii)



$$I_1 = \frac{R_1^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} I$$

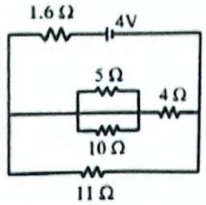
$$I_2 = \frac{R_2^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} I$$

$$I_3 = \frac{R_3^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} I$$

$\therefore I_n = \frac{R_p}{R_n} \times I$ [R_p= সমান্তরাল তুল্যরোধ]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

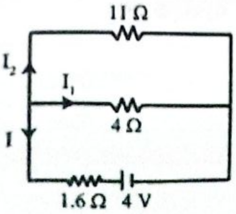
01.



11Ω এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কত? **[BUET'24-25]**

(a) $\frac{2}{3}$ A (b) 0.235 A (c) 0.78 A (d) 1.67 A ⓑ

Solⁿ:



$$I = \frac{4}{1.6+(4\|11)} = \frac{15}{17} A$$

$$\therefore I_2 = I \times \frac{4}{11+4}$$

$$= \left(\frac{15}{17} \times \frac{4}{15}\right) = \frac{4}{17} A$$

$$= 0.235 A$$

02. The emf and internal resistance of a cell are 2 V and 0.5 Ω respectively. It is arranged with 1 Ω, 2 Ω, and 4 Ω resistance in a parallel combination. Find the potential difference of the two ends of middle resistance. (একটি কোষের emf এবং অভ্যন্তরীণ রোধ যথাক্রমে 2 V এবং 0.5 Ω। এটি 1 Ω, 2 Ω এবং 4 Ω রোধের সাথে সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত করে একটি বর্তনী তৈরি করা হয়েছে। মাঝের রোধটির (2 Ω) দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত?) **[IUT'22-23]**

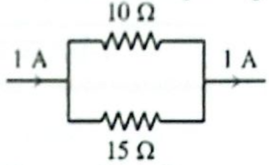
(a) 4.07 V (b) 3.07 V (c) 2.07 V (d) 1.07 V ⓓ

Solⁿ: $R_p = (1^{-1} + 2^{-1} + 4^{-1})^{-1} = 0.5714\ \Omega$

$\therefore V = 2 \times \frac{0.5714}{0.5714+0.5}$

$= 1.067$ V [Voltage divider Rule]

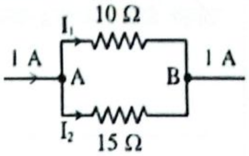
03.



বর্তনীতে 10 Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ– **[BUTEX'17-18]**

(a) 1.0 A (b) 0.6 A (c) 1.5 A (d) 0.5 A ⓑ

Solⁿ: 10 Ω দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,



$$I_1 = \frac{15}{10+15} \times I$$

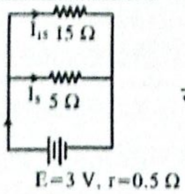
$$= \frac{15}{25} \times 1 = 0.6 A$$

04. Mohammad needs 5.0 V for some integrated circuit experiments. He uses a 6.0 V battery and two resistors to make a potential divider. One resistor is 330 ohm. He decides to make the other resistor smaller, what value should it have? (মোহাম্মদের কিছু সমন্বিত বর্তনী পরীক্ষার জন্য 5.0 V প্রয়োজন। তিনি একটি 6.0 V ব্যাটারি এবং দুটি রোধ ব্যবহার করে একটি ভোল্টেজ বিভাজক তৈরি করেন। একটি রোধের মান 330 Ω। তিনি সিদ্ধান্ত নেন অন্য রোধটির মান কম রাখবেন। সেই রোধটির মান কত হওয়া উচিত?) **[IUT'14-15]**

(a) 60 ohm (b) 58 ohm (c) 66 ohm (d) 76 ohm ⓒ

Solⁿ: $\frac{R}{R_1+R} = 5 \Rightarrow \frac{330}{R_1+330} \times 6 = 5 \Rightarrow R_1 = 66\ \Omega$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. 

বর্তনীতে $I_{5\,\Omega} = ?, I_{15\,\Omega} = ?$ [KUET'25-26]

Sol^n: $R_p = (5^{-1} + 15^{-1})^{-1} = 3.75\Omega$

$\therefore I = \frac{E}{R_p + r} = \frac{3}{3.75+0.5} = 0.706$ A

$\therefore I_{15} = \frac{5}{15+5} \times I = 0.1765$ A

$\therefore I_5 = \frac{15}{15+5} \times I = 0.5294$ A (Ans.)

02. সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত একই উপাদান ও প্রস্থচ্ছেদের তৈরি তিনটি তারের দৈর্ঘ্য 1:3:5 অনুপাতে বিভক্ত। 23 অ্যাম্পিয়ার মাত্রার প্রবাহ তার তিনটিতে কীভাবে বিভক্ত হয়ে প্রবাহিত হবে? [BUTEX'21-22]

Sol^n: $R = \frac{\rho L}{A} \therefore R \propto L \Rightarrow R_1 : R_2 : R_3 = 1:3:5$

ধরি, $R_1 = x, R_2 = 3x, R_3 = 5x$

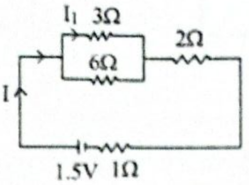
$\therefore I_1 = \frac{R_1^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} \times I = \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{x}+\frac{1}{3x}+\frac{1}{5x}} \times 23 = 15$A (Ans.)

$\therefore I_2 = \frac{R_2^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} \times I = \frac{\frac{1}{3x}}{\frac{1}{x}+\frac{1}{3x}+\frac{1}{5x}} \times 23 = 5$A (Ans.)

$\therefore I_3 = \frac{R_3^{-1}}{R_1^{-1}+R_2^{-1}+R_3^{-1}} \times I = \frac{\frac{1}{5x}}{\frac{1}{x}+\frac{1}{3x}+\frac{1}{5x}} = 3$A (Ans.)

03. 3 Ω ও 6 Ω বিশিষ্ট দুটি রোধকে সমান্তরাল সমবায়ে সজ্জিত করে 2 Ω রোধের একটি রোধকের সাথে সিরিজে সংযুক্ত করা হয়। অতঃপর 1.5 V তড়িচ্চালক বল বিদ্যুৎ কোষ ও 1 Ω অভ্যন্তরীণ রোধের সাথে সংযুক্ত করা হয়। 3 Ω রোধের মধ্যে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ নির্ণয় কর। [RUET'15-16, 09-10]

Sol^n: বর্তনীটি হলো:



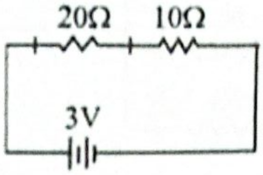
$I = \frac{1.5}{(3||6)+2+1} = \frac{1.5}{5} = 0.3$A

$\therefore I_1 = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{6}+\frac{1}{3}} \times I = \frac{6}{9} \times 0.3$

$= 0.2$A (Ans.)

04. 20Ω রোধ বিশিষ্ট 10m লম্বা তারের সাথে 3V emf একটি ব্যাটারি ও একটি 10Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত। তারটির দুই প্রান্তে বিভব কত? [BUTEX'10-11]

Sol^n:

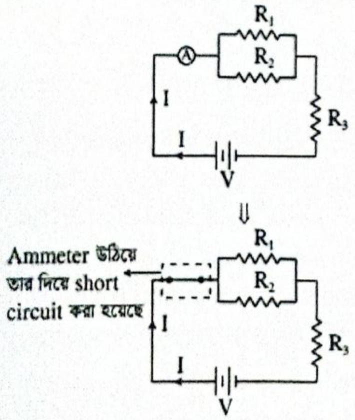
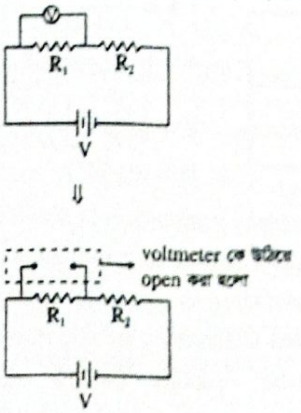


$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V$

$\therefore V_{20} = \frac{20}{20+10} \times 3 = 2$ V (Ans.)

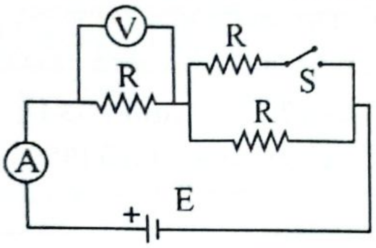
T-07: অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার

কনসেপ্ট রিভিউ

অ্যামিটার	ভোল্টমিটার
তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।	দুইটি বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।
 R₁ R₂ R₃ A I V ⇓ Ammeter উঠিয়ে তার দিয়ে short circuit করা হয়েছে	
প্রশ্নে অ্যামিটারের রোধ দেয়া না থাকলে আদর্শ অ্যামিটার বিবেচনা করা হয়, যার রোধ শূন্য ধরা হয়। সমাধানের সময় অ্যামিটারকে উঠিয়ে তার দিয়ে 'Short' করে নিতে হয়। তবে প্রশ্নে রোধ দেয়া থাকলে তা নিয়েই কাজ করতে হবে। সাধারণত অ্যামিটারের রোধ খুব অল্পমানের হয়।	প্রশ্নে ভোল্টমিটারের রোধ দেওয়া না থাকলে আদর্শ ভোল্টমিটার বিবেচনা করতে হয়। যার রোধ অসীম ধরা হয়। সমাধানের সময় ভোল্টমিটার উঠিয়ে 'Open' করে নিতে হয়। তবে প্রশ্নে রোধ দেয়া থাকলে তা নিয়েই কাজ করতে হবে। সাধারণত ভোল্টমিটারের রোধ অনেক বেশি হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01.



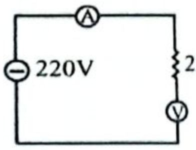
When the switch S in the following figure is closed, the reading of the voltmeter, V will be- (নিচের চিত্রে যখন সুইচ S বন্ধ করা হয়, তখন ভোল্টমিটার V এর পাঠ হবে-) [IUT'21-22]

(a) 0.25 E (b) 0.50 E
(c) 0.67 E (d) 0.57 E ⓒ

Sol

$$\text{Sol}^n\text{: } V = E\times\frac{R}{R+\frac{R}{2}}$$
$$= E\times\frac{1}{\frac{3}{2}}$$
$$= E\times\frac{2}{3}$$
$$= 0.67\ E$$

02.



বর্তনীতে সংযুক্ত অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠের মান হবে- [BUET'11-12]

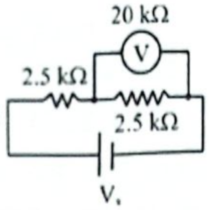
(a) 1 Amp and 220 V (b) 1 Amp and 0 V
(c) 0 Amp and 0 V (d) 0 Amp and 220 V ⓓ

Sol^n: ভোল্টমিটারের রোধ অতি উচ্চ (তাত্ত্বিকভাবে অসীম) এবং অ্যামিটারের রোধ অতি নিম্ন (তাত্ত্বিকভাবে শূন্য)। ভোল্টমিটারের রোধ অনেক বেশি হওয়ায় সিরিজে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ হবে না বললেই চলে। আর অ্যামিটারের রোধ প্রায় শূন্য বিবেচনা করে এ অংশে শর্ট সার্কিট হবে এবং ভোল্টমিটার শুধু কোষের বিভব দেখাবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি বর্তনীতে দুটি রোধ যাদের প্রত্যেকের মান 2.5 kΩ সিরিজ সংযোগে একটি অজানা বিভব পার্থক্য সম্পন্ন ব্যাটারির সাথে যুক্ত। একটি 20 kΩ রোধ সম্পন্ন ভোল্টমিটারকে একটি রোধের সাথে প্যারালালে যুক্ত করলে 5.647 V পাঠ দেখায়। বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের মান এবং ব্যাটারির অজানা বিভব পার্থক্য নির্ণয় করো। [BUTEX'23-24]

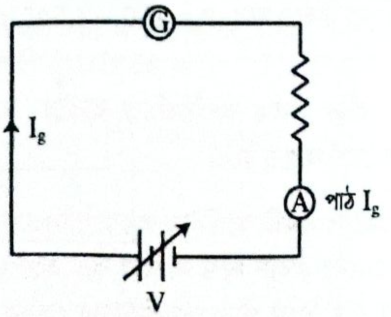
Sol^n:



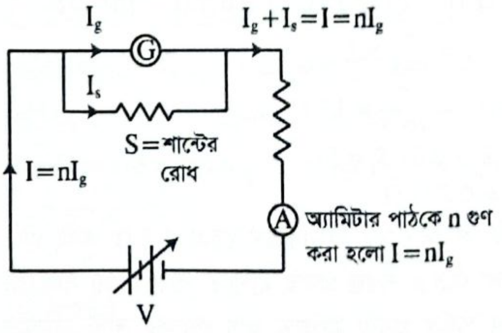
$$I = \frac{V}{(20\|2.5)} = \frac{5.647}{(20\|2.5)}$$
$$= 2.54115\text{ mA (Ans.)}$$
$$V_x = I\{2.5 + (2.5\parallel 20)\}\ V$$
$$= 12\text{ V (Ans.)}$$

T-08: অ্যামিটারের পাল্লা বিবর্ধন

কনসেপ্ট রিভিউ



গ্যালভানোমিটার এর রোধ G যার মধ্য দিয়ে সর্বোচ্চ I_g পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে।



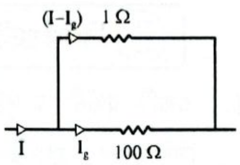
অ্যামিটার পাঠকে n গুণ বাড়ানো হল।

$$I = nI_g;\ I_g = I\times\frac{S}{S+G} \Rightarrow I_g = nI_g\times\frac{S}{S+G}$$
$$\therefore \boxed{S = \frac{G}{n-1}}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. 100 Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে 1 Ω রোধের একটি শান্ট যোগ করা হলে মূল প্রবাহের কত অংশ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাবে? **[RUET'24-25; KUET'18-19]**

(a) $\frac{1}{99}$ (b) $\frac{1}{100}$ (c) $\frac{100}{101}$ (d) $\frac{1}{98}$
(e) $\frac{1}{101}$ ⓔ



Sol^n: $100\times I_g = 1\times(I-I_g)$
$\Rightarrow 101I_g = I \therefore I_g = \frac{I}{101}$

02. গ্যালভানোমিটার ও শান্টের সঠিক সম্পর্ক কোনটি? **[BUET'22-23]**

(a) $S=\frac{g}{n+1}$ (b) $S=\frac{g}{n-1}$
(c) $g=\frac{S}{n-1}$ (d) $g=\frac{S}{n+L}$ ⓑ

03. কোন গ্যালভানোমিটারের রোধ 90 Ω। 80% প্রবাহ শান্ট দিয়ে গেলে শান্টের রোধ? **[BUET'21-22]**

(a) 22 Ω (b) 22.4 Ω (c) 22.5 Ω (d) 22.3 Ω ⓒ

Sol^n: $I_s = \frac{GI}{G+S} \Rightarrow 0.8 = \frac{90}{90+S} \Rightarrow S = 22.5\ \Omega$

04. 120 Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে 30 Ω রোধের একটি সান্ট ব্যবহার করা হলে মূল প্রবাহের কত অংশ গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 50% (b) 40% (c) 30% (d) 20%
(e) 10% ⓓ

Sol^n: $\frac{I_g}{I} = \frac{S}{G+S} = \frac{30}{120+30}$
$= 0.2\times 100\% = 20\%$

05. 20 Ω রোধের গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়ে 1 A তড়িৎ প্রবাহিত হয়। কত মানের শান্ট যুক্ত করা হলে 0.01 A তড়িৎ প্রবাহিত হবে? **[BUTEX'16-17; IUT'11-12]**

(a) 0.1 Ω (b) 0.2 Ω (c) 0.5 Ω (d) 1 Ω ⓑ

Sol^n: $I_g = \frac{S}{G+S}\times I$
$\Rightarrow 0.01 = \frac{S}{20+S}\times 1$
$\Rightarrow 0.2 + 0.01\,S = S$
$\therefore S = 0.202\ \Omega$

06. একটি অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 1.5 Ω এবং এটি সর্বোচ্চ 0.3 A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে পারে। এর সাহায্যে 2.0 A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে কত রোধের সান্ট দরকার হবে? **[CUET'15-16]**

(a) 0.234 Ω (b) 0.222 Ω (c) 0.254 Ω (d) 0.264 Ω ⓓ

Sol^n: $S = \frac{G}{n-1} = \frac{1.5}{\frac{2}{0.3}-1} = 0.2647\ \Omega$

07. 100 Ω রোধে একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে 5 Ω এর সান্ট যুক্ত করে একটি তড়িৎ বর্তনীর সাথে সংযুক্ত করা হল। গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে 0.5A প্রবাহ পাওয়া গেলে, বর্তনীর মূল প্রবাহ কত? **[RUET'13-14]**

(a) 1.05 A (b) 10.5 A (c) 105 A (d) 0.105 A
(e) None ⓑ

Sol^n: $I_g = \frac{IS}{G+S}$
$\therefore I = \frac{I_g}{S}(G+S)$
$= \frac{0.5}{5}(100+5)$
$= 10.5\ A$

08. 95 ওহম রোধ বিশিষ্ট একটি গ্যালভানোমিটারের ভিতর দিয়ে মূল তড়িৎ প্রবাহের 5% চালনা করতে চাইলে গ্যালভানোমিটারের প্রান্তদ্বয়ের সাথে কত মানের শান্ট ব্যবহার করতে হবে? **[BUET'21-22, 05-06, 04-05; KUET'10-11; CUET'04-05]**

(a) 5Ω (b) 5kΩ (c) 0.2Ω (d) 23.77Ω ⓐ

Sol^n: $\frac{I_g}{I} = \frac{S}{G+S}$
$\Rightarrow \frac{5}{100} = \frac{S}{95+S}$
$\Rightarrow 475 + 5S = 100S$
$\Rightarrow 95S = 475$
$\Rightarrow S = 5\Omega$ **(Ans.)**

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. কোন গ্যালভানোমিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 50 Ω। এর সা একটি 5 Ω সান্ট ব্যবহার করা হলো। বর্তনীতে কত রোধ দি মূল প্রবাহের মান অপরিবর্তিত থাকবে? **[RUET'08-09**

Sol^n: প্রবাহ অপরিবর্তিত রাখতে হলে তুল্যরোধ একই থাকতে হব
এখন, 5 Ω সান্ট ব্যবহারে তুল্যরোধ হয় $= \frac{5\times 50}{50+5} = 4.545\Omega$
তুল্যরোধ 50 Ω হলে প্রবাহ একই হবে।
$\therefore$ রোধ যুক্ত করতে হবে, $R = (50-4.545)\Omega$
$= 45.45\Omega$ সিরিজে

তাহলে তড়িৎ প্রবাহ অপরিবর্তিত থাকবে। 45.45Ω রো সিরিজে যোগ করতে হবে।

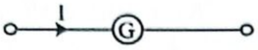
02. 0.9Ω রোধের একটি অ্যামিটার অথবা গ্যালভানোমিটারের সা 0.1Ω রোধের একটি সান্ট ব্যবহার করা হয়েছে। মূল প্রবাহ শতকরা কত অংশ গ্যালভানোমিটারের ভেতর দিয়ে প্রবা হবে? **[RUET'06-0**

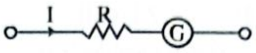
Sol^n: $\frac{I_g}{I} = \frac{S}{S+G} = \frac{0.1}{0.9+0.1}$
$= \frac{1}{10} = 10\%$ **(Ans.)**

T-09: ভোল্টমিটারের পাল্লা বিবর্ধন

কনসেপ্ট রিভিউ

ধরি, ভোল্টমিটারের রোধ G





তাহলে, ভোল্টমিটারের পাল্লা n গুণ বৃদ্ধির জন্য এর সাথে $R = G(n - 1)$ মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি 15 V, 1000 Ω ভোল্টমিটার দিয়ে 150 V পর্যন্ত পরিমাপ করতে হলে এর সাথে শ্রেণি সমবায়ে যে রোধক যুক্ত করতে হবে তা হল- **[BUET'10-11]**

(a) 1000 Ω (b) 900 Ω (c) 9000 Ω (d) 999 Ω ⓒ

Solⁿ: $n = \frac{150}{15} = 10$

$R = (n - 1) \times G = (10 - 1) \times 1000\Omega$

$= 9000\ \Omega$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি গ্যালভানোমিটারের পাল্লা 10 mA – 500 mV। (i) 20A এবং (ii) 440 V মাপতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? **[RUET'19-20]**

Solⁿ: ধরি, গ্যালভানোমিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ r Ω

$r = \frac{V}{I} = \frac{500\ \text{mV}}{10\ \text{mA}} = 50\ \Omega$

(i) প্রবাহের নতুন পাল্লা, $n = \frac{20}{10\times10^{-3}} = 2000$

∴ শান্ট $S = \frac{r}{n-1} = \frac{50}{2000-1} = 0.025\ \Omega$

0.025 Ω শান্ট গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরালে ব্যবহার করতে হবে।

(ii) ভোল্টেজের নতুন পাল্লা, $n = \frac{440}{500\times10^{-3}} = 880$

∴ শান্ট $S = G(n - 1) = 50\ (880 - 1) = 43950\ \Omega$

43950 Ω শান্ট গ্যালভানোমিটারের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

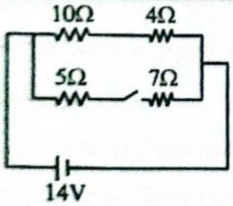
T-10: তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপশক্তি ও তড়িৎ ক্ষমতা

কনসেপ্ট রিভিউ

- ব্যয়িত তড়িৎশক্তি, $E = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t = VIt$
- তড়িৎশক্তির (E) সম্পূর্ণ অংশ তাপশক্তিতে (H) রূপান্তর হলে, $E = H = ms\Delta\theta$
- তড়িৎশক্তির (E) x% তাপশক্তিতে (H) রূপান্তর হলে, $E \times \frac{x}{100} = H\ = ms\Delta\theta$
- তড়িৎ ক্ষমতা, $P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01.



বর্তনীর ক্ষমতা কত? **[BUET'24-25]**

(a) 14 W (b) 28 W

(c) 30.33 W (d) 24 W ⓐ

Solⁿ: $R_{eq} = (10 + 4)\Omega = 14\ \Omega$

∴ $P = \frac{V^2}{R} = \frac{14^2}{14}W = 14\ W$

02. 42 মিনিট ধরে 210 Ω এর একটি রোধকের মধ্যে দিয়ে কী মানের তড়িৎ প্রবাহিত হলে, এর ফলে সৃষ্ট তাপ দিয়ে 7.5 kg প্রবাহিত 0°C থেকে স্ফুটনাঙ্কে উন্নীত করা যাবে? (পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$) **[KUET'24-25, 12-13]**

(a) 2.50 A (b) 2.51 A

(c) 2.54 A (d) 2.40 A

(e) 2.44 A ⓔ

Solⁿ: $I^2Rt = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{ms\Delta\theta}{Rt}} = \sqrt{\frac{7.5\times4200\times100}{210\times42\times60}}$

∴ $I\ = 2.44\ A$

03. 60 Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক চুল্লি 220 V সরবরাহ লাইনে যুক্ত আছে। কত সময়ে এর দ্বারা 1.2 kg পানির উষ্ণতা 22°C থেকে 100°C তাপমাত্রায় উঠবে? ধরে নাও, সমস্ত শক্তি পানিকে উত্তপ্ত করছে। (পানির আপেক্ষিক তাপ 1 cal/gm°C এবং J = 4.2 J/cal) **[CKRUET'23-24]**

(a) 6 m 7.5 s (b) 370 s
(c) 7 m 45 s (d) 480 s
(e) 8 m 7.34 s ⓔ

Sol^n: $ms\Delta\theta = Pt = \frac{V^2}{R}t$

$\Rightarrow 1.2 \times 4200 \times (100 - 22) = t \times \frac{220^2}{60}$

$\therefore t = 487.339 \text{ sec} = 8 \text{ min } 7.34 \text{ sec}$

04. একটি ট্রানজিস্টর রেডিও 9 V ব্যাটারি দ্বারা 10 mW এ চলে। ট্রানজিস্টর রেডিওর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ ও রোধ নির্ণয় কর। **[CKRUET'21-22]**

(a) 1.11 mA and 8108Ω
(b) 1.11 A and 8108Ω
(c) 1.11 mA and 8108 kΩ
(d) 1.11 A and 8108Ω
(e) 111 mA and 8108Ω ⓐ

Sol^n: $I = \frac{P}{V} = \frac{10\times10^{-3}}{9} A = 1.11 mA$

$\therefore R = \frac{V}{I} = \frac{9}{1.11\times10^{-3}} \Omega = 8108\Omega$

05. An automobile battery is charged by a constant current of 2 A for 10 hours. The terminal voltage of the battery is $V = (11 + 0.5t)$ V for $t \geq 0$, where time t is in hours. What is the total energy delivered to the battery during this time? (একটি অটোমোবাইল ব্যাটারি 2 অ্যাম্পিয়ার ধ্রুব প্রবাহ দ্বারা 10 ঘণ্টা চার্জ করা হয়। ব্যাটারির টার্মিনাল ভোল্টেজ $V = (11 + 0.5t)$ V যেখানে $t \geq 0$, এবং সময় t ঘণ্টায় প্রকাশ করা হয়েছে। এই সময়ে ব্যাটারিতে মোট কত শক্তি সরবরাহ করা হয়েছে?) **[IUT'21-22]**

(a) 299 Wh (b) 258 Wh
(c) 270 Wh (d) 285 Wh ⓒ

Sol^n: $I = 2A, t = 10$ hours

$\therefore dW = VIdt = (11 + 0.5t) \times 2\, dt$

$= (22 + t)dt$

$\therefore W = \int_0^{10}(22 + t)dt = \left[22t + \frac{t^2}{2}\right]_0^{10}$

$= 22 \times 10 + \frac{10^2}{2}$ Wh

$= (220 + 50)$ Wh $= 270$ Wh

06. Resistors $R_1 = 5\Omega$ and $R_2 = 10\Omega$ are connected in series to a voltage source $E = 60V$. What is the ratio between the power dissipation in R_2 and the power dissipation in R_1? (রোধ $R_1 = 5\Omega$ এবং $R_2 = 10\Omega$ একটি $E = 60V$ ভোল্টেজ উৎসের সাথে শ্রেণিক্রমে সংযুক্ত আছে। R_2 এ শক্তি অপচয়ের এবং R_1 এ শক্তি অপচয়ের অনুপাত কত?) **[IUT'18-19]**

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 ⓑ

Sol^n: Since the resistors are connected in series. Combination, the current, will be same. (যেহেতু রোধগুলো শ্রেণিক্রমে সংযুক্ত, তাই সমগ্র সংযোগে প্রবাহিত কারেন্ট একই থাকবে।)

এখন, $P = I^2R \therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{10}{5} = 2$

07. একটি বৈদ্যুতিক হিটার 220 ভোল্ট সরবরাহ লাইন থেকে 255 mA বিদ্যুৎ গ্রহণ করে। হিটারটি 700 ঘণ্টা ব্যবহার করলে কত শক্তি ব্যয় হবে? **[KUET'16-17; BUET'10-11; RUET'10-11]**

(a) 3.9 kWh (b) 4 kWh
(c) 26.4 kWh (d) 38.5 kWh
(e) 39.27 kWh ⓔ

Sol^n: $E = \frac{P(\text{in Watt})\times t(\text{in hr})}{1000} = \frac{VIt}{1000}$

$= \frac{220\times255\times10^{-3}\times700}{1000} = 39.27$ kWh

08. A flash light is powered by two 1.5V batteries in series with internal resistance of 0.1 Ω. The wire connecting the batteries with the lamp has a total resistance of 0.4 Ω and the lamp filament has a resistance of 9.70 Ω at normal operating temperature. What is the power absorbed by the lamp? (একটি ফ্ল্যাশ লাইট দুটি 1.5 V ব্যাটারির দ্বারা চালিত হয়, যেগুলো শ্রেণিতে সংযুক্ত এবং প্রত্যেকটির অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1 Ω। ব্যাটারিগুলোর সাথে ল্যাম্প সংযোগকারী তারের মোট রোধ 0.4 Ω এবং ল্যাম্পের ফিলামেন্টের রোধ স্বাভাবিক কার্যক্ষম তাপমাত্রায় 9.70Ω। ল্যাম্পটি কত পরিমাণ ক্ষমতা শোষণ করে?) **[IUT'16-17]**

(a) 815 mW (b) 823 mW
(c) 875 mW (d) 865 mW

Sol^n: $I = \frac{2\times1.5}{0.1\times2+0.4+9.7} = 0.2913A$,

$P = I^2R = 0.2913^2 \times 9.7 \approx 823mW$

09. Three resistances, $R_A = 10\Omega$, $R_B = 20\,\Omega$ and $R_c = 30\Omega$ are connected in series across a 60 V source. How much power is consumed by R_B? (তিনটি রোধ, $R_A = 10\Omega$, $R_B = 20\,\Omega$, এবং $R_c = 30\Omega$ একটি 60 V উৎসের সঙ্গে সিরিজে সংযুক্ত আছে। R_B রোধে কত শক্তি খরচ হয়?) **[IUT'16-17]**

(a) 25 W (b) 30 W (c) 20 W (d) 22 W ⓒ

Sol

Solⁿ: $R_s = 60\,\Omega$

$\Rightarrow I = \frac{E}{R_s} = \frac{60}{10+20+30} = 1\text{ A}$

As connection is an series.

$\therefore P_B = I^2R_B = 20\text{ W}$

10. A heater of resistance 110Ω is immersed in a bucket containing 5 liter of water at 0°C. What is the temperature of water if the heater is kept on for 20 min using a 220 V mains? [Specific heat of water is $4.2\ \text{Jg}^{-1}\,{}^\circ\text{C}^{-1}$] (110 Ω রোধবিশিষ্ট একটি হিটার 0°C তাপমাত্রার 5 লিটার পানিযুক্ত একটি বালতিতে ডুবিয়ে রাখা হয়েছে। যদি 220 V মেইন লাইনে হিটারটি 20 মিনিট চালু রাখা হয়, তবে পানির তাপমাত্রা কত হবে? [পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4.2\ \text{J g}^{-1}\,{}^\circ\text{C}^{-1}$]) **[IUT'16-17, 14-15]**

(a) 26° C (b) 25° C (c) 27° C (d) 29° C ⓑ

Solⁿ: $\frac{V^2t}{R} = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow \frac{220^2}{110} \times 20 \times 60 = 5 \times 4200(\theta - 0)$

$\therefore \theta = 25.14^\circ\text{C}$

11. একটি রোধ কুণ্ডলীকে তরলে নিমজ্জিত করে এর ভিতর দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহ 1 মিনিট চালনা করলে 240gm তরলের তাপমাত্রা 50°C বৃদ্ধি পায়। রোধ কুণ্ডলীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত? [তরলের আপেক্ষিক তাপ $1680\ \text{J kg}^{-1}\,\text{K}^{-1}$। এক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপের 25% বিকিরণ পদ্ধতিতে অপচয় হয়।] **[KUET'15-16]**

(a) 448V (b) 440V (c) 220V (d) 110V

(e) 428V ⓐ

Solⁿ: উৎপন্ন তাপ $H = VIt$, তরলের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = ms\Delta\theta$

$Q = \left(1 - \frac{25}{100}\right)H$

$\Rightarrow ms\Delta\theta = 0.75\ VIt$

$\Rightarrow V = \frac{ms\Delta\theta}{0.75\ It} = 448\text{V}$

12. কোন পরিবাহীর প্রবাহমাত্রা তিনগুণ করা হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হবে- **[BUTEX'14-15]**

(a) 4 গুণ (b) 6 গুণ

(c) 9 গুণ (d) 2 গুণ ⓒ

Solⁿ: $H = I^2Rt$; $I \rightarrow 3$ গুণ হলে $H \rightarrow 9$ গুণ হবে।

13. 450 W এর IPS এর মাধ্যমে নিচের কোন লোড চালান সম্ভব হবে যখন প্রতিটি ফ্যান 90 W এবং প্রতিটি বাতি 45 W ব্যবহার করে? **[BUET'12-13]**

(a) 4 fans and 3 lights (b) 3 fans and 4 lights

(c) 3 fans and 5 lights (d) 4 fans and 4 lights ⓑ

Solⁿ: (a) এর জন্য $= 4 \times 90 + 3 \times 45 = 495\text{ W}$

(b) এর জন্য $= 3 \times 90 + 4 \times 45 = 450\text{ W}$

(c) এর জন্য $= 3 \times 90 + 5 \times 45 = 495\text{ W}$

(d) এর জন্য $= 4 \times 90 + 4 \times 45 = 540\text{ W}$

14. কোন লোড 100 V-এর বিদ্যুৎ সঞ্চালন লাইনে লাগালে তা 200 watt শক্তি গ্রহণ করে। উক্ত লোডটি 200 V-এর বিদ্যুৎ সঞ্চালন লাইনে লাগালে কত শক্তি গ্রহণ করবে? **[BUET'11-12, 08-09]**

(a) 100 W (b) 200 W

(c) 400 W (d) 800 W ⓓ

Solⁿ: $P = \frac{V^2}{R}$

$\Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{100^2}{200} = 50\,\Omega$

এখন, $P' = \frac{V'^2}{R} = \frac{(200)^2}{50} = 800\text{ W}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 42 মিনিট ধরে 200Ω এর একটি রোধকের মধ্যদিয়ে কী মানের তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর ফলে সৃষ্ট তাপ দ্বারা 7.5 kg পানিকে 0°C থেকে স্ফুটনাঙ্কে উন্নীত করা যাবে? পানির আপেক্ষিক তাপ $4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$। **[MIST'24-25]**

Solⁿ: $ms\Delta\theta = I^2Rt$

$\therefore I^2 = \frac{ms\Delta\theta}{Rt} = \frac{7.5 \times 4200 \times 100}{200 \times 42 \times 60} = 6.25$

$\therefore I = 2.5\text{ A}$ **(Ans.)**

02. একটি 1.5 kW ইলেক্ট্রিক কেতলীতে 2 লিটার পানি নিয়ে গরম করলে তা 6 min 20 sec পর ফুটতে শুরু করে। প্রথমে কেতলীতে পানির তাপমাত্রা কত ছিল? কেতলীতে পানি ফোটাতে কত unit বিদ্যুৎ খরচ হয়েছে? [তাপক্ষয় নগণ্য ধরা যেতে পারে] **[BUET'17-18, 06-07]**

Sol

Sol^n: এখন, $Pt = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow Pt = ms(\theta - \theta_0)$

$\Rightarrow \theta - \theta_0 = \frac{Pt}{ms}$

$= \frac{1.5\times10^3\times380}{2\times4200} = 67.86$

$\Rightarrow \theta_0 = \theta - 67.86$

$= 32.14°C$

সুতরাং নির্ণেয় আদি তাপমাত্রা, $\theta_0 = 32.14°C$

$E = Pt = 1.5 \times \frac{380}{3600}$ unit

$= 0.158$ unit

$V = 2L = 2\times10^{-3}m^3$

$m = V\rho = 2\times10^{-3}\times10^3$

$= 2kg$

$P = 1.5\times10^3W$

$t = (6\times60+20)s$

$= 380s = \frac{380}{3600}$ hr

$\theta_0 = ?$

$\theta = 100°C$

$s = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

সুতরাং, বিদ্যুৎ খরচ হয়েছে = 0.158 unit

03. 2.35 m লম্বা এবং 1.63 mm ব্যাস বিশিষ্ট এলুমিনিয়ামের তারের ভিতর দিয়ে 1.24 A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এই তারে কী পরিমাণ শক্তি ব্যয় হচ্ছে? [অ্যালুমিনিয়াম এর রোধক, $\rho = 2.80\times10^{-8}\ \Omega\ m$] **[BUET'14-15]**

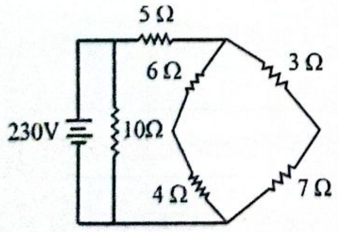
Sol^n: আমরা জানি, $R = \rho.\frac{L}{A}$

$= 2.8\times10^{-8}\times\frac{2.35}{\pi\left(\frac{1.63\times10^{-3}}{2}\right)^2}$

$= 0.03153\ \Omega$

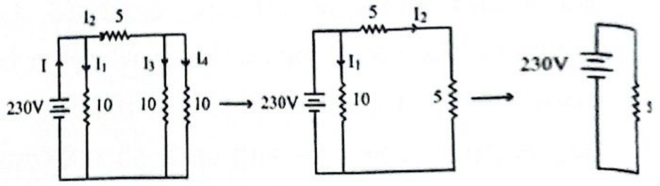
∴ প্রতি সেকেন্ডে ব্যয়িত শক্তি = ক্ষমতা = I^2R

$= (1.24)^2\times0.03153\ J = 0.04848\ J$ **(Ans.)**

04. 

পাশের চিত্রে 7 Ω রোধে এক মাসে কত ইউনিট বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় হবে? **[CUET'09-10]**

Sol^n: তুল্যরোধ = 5Ω ∴ $I = \frac{230}{5} = 46$ Amp



চিত্র হতে, $I_2 = \frac{10}{20}\times46 = 23Amp$

এবং, $I_4 = \frac{10}{20}\times23 = 11.5$ Amp

∴ 7Ω-এ current = 11.5Amp

∴ $E = I_4^2Rt = (11.5)^2\times7\times30\times24\times10^{-3}$

= 666.54 ইউনিট

05. একটি কাঁচের নলের অক্ষ বরাবর 5Ω রোধের মধ্য দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহ চলছে; নলের মধ্যদিয়ে মিনিটে 15 cc পানি প্রবাহিত হয়। পানির প্রবেশ ও নির্গম পথে তাপমাত্রার পার্থক 4.75 হলে, J এর মান নির্ণয় কর। (তাপক্ষয় উপেক্ষণীয়) **[BUTEX'08-09, CUET'03-04]**

Sol^n: $J = \frac{W}{H} = \frac{I^2Rt}{ms\Delta\theta}$

$= \frac{1^2\times5\times60}{15\times1\times4.75}$

$= 4.21Jcal^{-1}$**(Ans.)**

এখানে, $I = 1A$

$R = 5\ \Omega$

$m = 15g,$

$s = 1calK^{-1}g^{-1}$

$\Delta\theta = 4.75°C$

$= 4.75\ K$

06. কোনো বৈদ্যুতিক বাল্বে তড়িৎ প্রবাহ 1% কমলে, ক্ষমতা ক % কমবে? **[BUTEX'09-10**

Sol^n: $P = I^2R$

$I_2 = I_1 - \frac{1}{100}I_1$

$= I_1(1-0.01)$

$= 0.99I_1$

$\Delta P = P_1 - P_2$

$= \{I_1^2 - (0.99I_1)^2\}R$

$= 0.0199\ P$

$\therefore \frac{\Delta P}{P} = 1.99\%$ **(Ans.)**

T-11: বিদ্যুৎ বিল

কনসেপ্ট রিভিউ

ধরি, প্রতি 1 Unit (1 kWh = 3.6×10^6J) তড়িৎশক্তি ব্যয়ের জন্য বিল x টাকা।

সেক্ষেত্রে, মোট বিল = $B = \underset{kW}{P}\times\underset{h}{t}\times\underset{taka/kWh}{x}$ taka

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোনো বাড়িতে 60 W এর 5টি বাতি, 70 W এর 4টি ফ্যান, 2 kW এর একটি গিজার এবং 200 W এর 2টি রেফ্রিজারেটর আছে। বাতিগুলো প্রতিদিন 7 ঘণ্টা, ফ্যানগুলো প্রতিদিন 15 ঘণ্টা, গিজার প্রতিদিন 3 ঘণ্টা এবং রেফ্রিজারেটরগুলো প্রতিদিন 24 ঘণ্টা করে চালু অবস্থায় থাকে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 7.00 টাকা হলে ঐ বাড়িতে 2024 সালের ফেব্রুয়ারি মাসে বিদ্যুৎ বিলের পরিমাণ কত? **[KUET'24-25; RUET'13-14]**

(a) TK. 4752.30 (b) TK. 4599.50
(c) TK. 4445.70 (d) TK. 4290.40 ⓒ
(e) TK. 3349.50

Sol^n: একদিনে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ

$= (0.06 \times 5 \times 7 + 0.07 \times 4 \times 15 + 2 \times 3 + 2 \times 0.2 \times 24) = 21.9$ Unit

$\therefore$ বিদ্যুৎ বিল $= 21.9 \times 29 \times 7 = 4445.70$ Tk

02. জুলকারনাইন সাহেবের বাড়িতে প্রতিটি 800 Ω এর 10 টি বাতি, প্রতিটি 60 W এর 3 টি পাখা, 100 W এর একটি রেফ্রিজারেটর এবং 1 HP এর একটি পাম্প আছে। দৈনিক গড়ে প্রতিটি বাতি 4 ঘণ্টা জ্বলে, প্রতিটি পাখা 10 ঘণ্টা চলে, রেফ্রিজারেটরটি 2 ঘণ্টা চলে এবং পাম্পটি 1 ঘণ্টা 30 মিনিট চলে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 5.75 টাকা এবং সরবরাহ লাইনের বিভব পার্থক্য 220 V হলে, জানুয়ারি মাসে জুলকারনাইন সাহেবের বাড়িতে বৈদ্যুতিক বিল কত হবে? **[CKRUET'23-24, 20-21]**

(a) 398.25 Tk (b) 398.925 Tk
(c) 378.3 Tk(d) 887.326 Tk
(e) 987.326 Tk ⓔ

Sol^n: Light $\rightarrow \frac{220^2}{800} \times 10 = 60.5 \times 10$

$= 605$ W $\rightarrow 4$ hr $\rightarrow 2.42$ kWh

Fan $\rightarrow 60 \times 3 = 180$ W $\rightarrow 10$ hr $\rightarrow 1.8$ kWh

Fridge $\rightarrow 100$ W $\rightarrow 2$ hr $\rightarrow 0.2$ kWh

Pump $\rightarrow 746$ W $\rightarrow 1.5$ h $\rightarrow 1.119$ kWh

Total $= 5.539$ kWh

$\therefore$ Bill $= 5.539 \times 31 \times 5.75 = 987.33$ Tk

03. কোন বাড়িতে 60W এর 5 টি বাল্ব ও 50W এর 6 টি ফ্যান এবং 5 kW এর একটি হিটার আছে। বাতি ও ফ্যানগুলি প্রতিদিন 10 ঘণ্টা করে চলে এবং হিটারটি দৈনিক 2 ঘণ্টা চলে। আগস্ট মাসে ঐ বাড়িতে কত ইউনিট বিদ্যুৎ ব্যয় হবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 90 kWh (b) 180 kWh
(c) 300 kWh (d) 390 kWh
(e) 480 kWh

Sol^n: (সঠিক উত্তর নেই); E = Pt

$= (0.06 \times 5 + 0.05 \times 6) \times 10 \times 31 + 5 \times 2 \times 31$ kWh $= 496$ kWh

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি বাড়িতে প্রতিটি 100 W মানের 5টি বৈদ্যুতিক বাতি, 0.5 A বিদ্যুৎ গ্রহণকারী 4টি ফ্যান এবং 121Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি আছে। যদি সরবরাহ লাইন 220 V এর এবং প্রতি কিলো ওয়াট-ঘণ্টা বিদ্যুৎ শক্তির মূল্য 5.0 টাকা হয়, তাহলে প্রতিদিন 4 ঘণ্টা করে যন্ত্রপাতিগুলো চললে ঐ বাড়ির জুন মাসের বৈদ্যুতিক বিল কত টাকা হবে?
[BUTEX'22-23, 06-07, 01-02; RUET'08-09, 07-08, 04-05]

Sol^n: বৈদ্যুতিক বাতি কর্তৃক একদিনে ব্যবহৃত শক্তি,

$E_1 = 100 \times 10^{-3} \times 5 \times 4 = 2$ kWh

ফ্যান কর্তৃক একদিনে ব্যবহৃত শক্তি,

$E_2 = 220 \times 0.5 \times 4 \times 10^{-3} \times 4 = 1.76$ kWh

ইস্ত্রি কর্তৃক একদিনে ব্যবহৃত শক্তি,

$E_3 = \frac{220^2}{121} \times 10^{-3} \times 4 = 1.6$ kWh

$\therefore$ জুন মাসের বৈদ্যুতিক বিল $= (E_1 + E_2 + E_3) \times 5 \times 30$
$= 804$ টাকা **(Ans.)**

02. জনাব আল আমিন তার শোবার ঘরে 1 Ton এর একটি এয়ারকন্ডিশনার স্থাপন করলেন। এয়ার কন্ডিশনারটি চালানো অবস্থায় 220 V সাপ্লাই লাইন থেকে 6.5 A কারেন্ট নেয়। তিনি গড়ে দৈনিক 8 hrs করে এয়ার কন্ডিশনারটি ব্যবহার করেন। যদি বিদ্যুতের বিল প্রতি kWh এর জন্য 5 Tk হয় তবে ঐ এয়ার কন্ডিশনারটি এপ্রিল মাসে ব্যবহারের জন্য বিদ্যুৎ বিল কত হবে তা নির্ণয় কর। **[BUET'18-19]**

Sol^n: $W = VIt = (220 \times 6.5 \times 8)$Wh

$= 11.44$ kWh (দৈনিক)

এপ্রিল মাসের বিদ্যুৎ বিল $= 11.44 \times 5 \times 30$ Tk
$= 1716$ Tk **(Ans.)**

03. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বের গায়ে 100 W এবং 220 V লেখা আছে। বাল্বটি 220 V লাইনে সংযুক্ত আছে এবং প্রতিদিন 10 ঘণ্টা জ্বলে। 1 kWh বৈদ্যুতিক শক্তির মূল্য 2.40 টাকা হলে অক্টোবর মাসে বিল কত আসবে?
[BUTEX'18-19; RUET'10-11]

Sol^n: কাজ $W = Pt = 100 \times 10^{-3} \times 10 = 1$ kWh

দৈনিক বিল 2.40 টাকা, অক্টোবর মাসে বিল 31×2.4

$= 74.4$ টাকা **(Ans.)**

04. বিদ্যুতের ব্যবহার কমানোর লক্ষে একটি সাধারণ 60 W GSL বাতিকে একটি 13 W CFL বাতি দিয়ে বদলানো হল। বাল্ব দুটির মূল্য যথাক্রমে Tk. 30 এবং Tk. 250 প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের দাম Tk. 4 হলে এক বছরের মধ্যে বাল্বটি বদলানোর খরচ উঠাতে প্রতিদিন গড়ে কত ঘণ্টা CFL বাল্বটিকে জ্বালাতে হবে? **[BUET'12-13]**

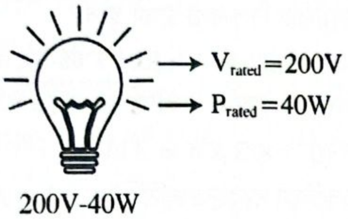
Solⁿ: পূর্বেরটিতে প্রতিস্থাপন করতে যে পরিমাণ টাকার প্রয়োজন হয় $= (250 - 30)\text{tk} = 220\ \text{tk}$

$\therefore 220 = (0.047)\text{kW} \times \text{h hours} \times 365 \times 4$ [প্রকৃতপক্ষে শক্তির সাশ্রয় করা হবে, $60 - 13 = 47\text{W} = 0.047\text{kW}$]

$\Rightarrow h = \frac{220}{4 \times 0.047 \times 365} = 3.206\text{h}$

T-12: বাল্ব রেটিং

কনসেপ্ট রিভিউ



বাল্বটি যখন 200 V বিভব পার্থক্যে connect করা হবে, তখন এটি থেকে সর্বোচ্চ ক্ষমতা 40 W পাওয়া যায়।

Bulb Rating থেকে বাল্বের রোধ $R = \frac{V^2_{rated}}{P_{rated}}$ মাপা যায়। বিভিন্ন বর্তনীতে Bulb এর দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য ভিন্ন ভিন্ন হতে পারে এবং সে অনুযায়ী ক্ষমতা (P) ভিন্ন ভিন্ন হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বকে '50 W-220 V'এভাবে চিহ্নিত করা আছে। বাল্বটির রোধ কত? **[RUET'24-25]**

(a) 689 Ω
(b) 968 Ω
(c) 896 Ω
(d) 698 Ω
(e) 6.89 Ω

ⓑ

Solⁿ: $P = \frac{V^2}{R}$

$\Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{50} = 968\ \Omega$

02. A 12 V and 50 W lamp is connected to a 12 volt battery with internal resistance 0.1 Ω. What is the actual voltage applied to the lamp terminals? (একটি 12 V এবং 50 W এর ল্যাম্প একটি 12 V ব্যাটারির সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে যার অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1 Ω। ল্যাম্পের টার্মিনালের মধ্যে প্রকৃত বিভব পার্থক্য কত?) **[IUT'21-22]**

(a) 11.60 V
(b) 11.35 V
(c) 10.95 V
(d) 11.85 V

ⓐ

Solⁿ: $R = \frac{V^2}{P} = \frac{12^2}{50}\ \Omega = 2.88\ \Omega$

$\therefore V = IR = \frac{R}{R+r} \times E$

$= \frac{2.88}{2.88+0.1} \times 12\ \text{V} = 11.60\ \text{V}$

03. 100 W ও 60 W এর দুটি বৈদ্যুতিক বাল্বকে অনুক্রমিক সমবায়ে যুক্ত করে তড়িৎ সংযোগ দেয়া হলো। তাহলে- **[CKRUET'22-23 ; BUET-12-13 ; SUST'11-12]**

(a) 100 W এর বাল্বটি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে
(b) 60 W এর বাল্বটি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে
(c) উভয় বাল্বই সমানভাবে জ্বলবে
(d) 100 W এর বাল্বটি পুড়ে যাবে
(e) 60 W এর বাল্বটি পুড়ে যাবে

ⓑ

Solⁿ: ধরি, বাল্বদ্বয়ের গায়ে V ভোল্ট লিখা ছিল।

$\therefore$ এদের রোধ হবে $R_{100} = \frac{V^2}{100}$

এবং, $R_{60} = \frac{V^2}{60} \therefore R_{100} < R_{60}$

শ্রেণিতে সংযুক্ত বিধায়, এদের ক্ষমতা, $P_{100} = I^2 R_{100}$ এবং, $P_{60} = I^2 R_{60}$ হবে।

এখন, $\frac{P_{100}}{P_{60}} = \frac{R_{100}}{R_{60}}$

$\Rightarrow \frac{P_{100}}{P_{60}} < 1\ [\because R_{100} < R_{60}]$

$\therefore P_{100} < P_{60} \therefore$ 60 W এর বাল্বটি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

Shortcut: দুটি বাল্ব শ্রেণিতে যুক্ত করা হলে, যার ক্ষমতা কম সেটি বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে এবং সমান্তরালে যুক্ত করা হলে যার ক্ষমতা বেশি, সেটি বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

04. কোন বাড়ির মেইন মিটারে 6 Amp ও 220 Volt লেখা আছে, মোট কতগুলো 60 Watt এর বাল্ব ঐ বাড়িতে নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে?

[RUET'14-15, BUET'09-10, KUET'07-08; IUT'10-11]

(a) 6 টি (b) 10 টি (c) 11 টি (d) 22 টি
(e) 33 টি ⓓ

Solⁿ: মেইন মিটারের সর্বোচ্চ ক্ষমতা,

$P = VI = 6 \times 220 \text{ Watt} = 1320\text{W}$

$\therefore$ মোট বাল্ব লাগানো যাবে $= \frac{6\times220}{60}$ টি $= 22$ টি।

05. 220 V, 40 W এবং 110 V, 40 W লেখা দুটি ইলেকট্রিক বাল্বের রোধের অনুপাত বের কর।

[RUET'11-12, KUET'06-07]

(a) 1:2 (b) 1:4 (c) 2:1 (d) 4:1
(e) 3:1 ⓓ

Solⁿ: $R_1 = \frac{{V_1}^2}{P_1} = \frac{220^2}{40}$; $R_2 = \frac{{V_2}^2}{P_2} = \frac{110^2}{40}$

$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{2^2\times110^2}{110^2} = 4:1$

06. 2 টি 100 watt, 230 V বাল্ব সিরিজ সংযোগ প্রদান পূর্বক পুনরায় 230 V এ সংযোগ প্রদান করলে বাল্ব দুটির সম্মিলিত শক্তি কত? **[CUET'10-11]**

(a) 200 W (b) 100 W
(c) 50 W (d) None of these ⓒ

Solⁿ: $R = \frac{V^2}{P} = \frac{230^2}{100} = 529\,\Omega$

$\therefore$ সিরিজে বাল্বদ্বয়ের তুল্যরোধ $R + R = 1058\,\Omega$

$\therefore$ সম্মিলিত শক্তি $= \frac{V^2}{R} = \frac{230^2}{1058} = 50\text{ W}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বে "40W-200V" এভাবে চিহ্নিত করা আছে। বাল্বটির রোধ কত এবং এর মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহ চলবে? **[BUTEX'25-26]**

Solⁿ: প্রবাহ, $I = \frac{P}{V} = \frac{40}{200}$

$= 0.2\text{ A}$ **(Ans.)**

রোধ, $R = \frac{V}{I} = \frac{200}{0.2}$

$= 1000\,\Omega$ **(Ans.)**

02. 550W-220V Rating bulb $(220 \pm 1\%)$ V এ চালালে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ব্যয়িত শক্তি কত? **[BUET'23-24]**

Solⁿ: $P = 550\text{ W} - 220\text{ V}$

$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{550}\,\Omega = 88\,\Omega$

$P_{out} = \frac{V_0^2}{R}$

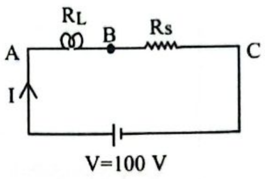
$V_{max} = (220 + 1\%)\text{ V} = (220 + 2.2)\text{ V} = 222.2\text{ V}$

এবং $V_{min} = (220 - 1\%) = 220 - 2.2 = 217.8\text{V}$

$\therefore P_{max} = \frac{(222.2)^2}{88}\text{ W} = 561.055\text{ W}$

$P_{min} = \frac{217.8^2}{88}\text{ W} = 539.055\text{ W}$ [সময় দেয়া থাকলে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন শক্তিও বের করা যাবে]

03. একটি 120 W-60 V বাতিকে 100 V DC লাইনে লাগানো হল। পূর্ণ উজ্জ্বলতার জন্য বাতির শ্রেণি সমবায়ে কত রোধ লাগাতে হবে? **[RUET'17-18]**



Solⁿ: বাতির রোধ,

$R_L = \frac{V^2}{P} = \frac{60^2}{120} = 30\,\Omega$

$V_{AB} = 60\text{ V}$

$I \times R_L = 60\text{ V}$

$\Rightarrow I = \frac{60}{30} = 2\text{A}$

$V_{BC} = V - V_{AB}$

$\Rightarrow I \times R_s = 100 - 60$

$\Rightarrow R_s = \frac{100-60}{2} = 20\,\Omega$ **(Ans.)**

04. 220 V এ কার্যরত 100 W এর একটি বাতির ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, ইলেকট্রনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C. **[BUET'14-15]**

Solⁿ: আমরা জানি, $P = VI$

$\Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{100}{220}$ ……… (i)

এখন, $I = \frac{q}{t} \Rightarrow \frac{100}{220} = \frac{q}{1} \Rightarrow q = \frac{100}{220}$

ধরি, 1s এ প্রবাহিত e^- সংখ্যা $= n$

$\therefore q = ne \Rightarrow n \times 1.6 \times 10^{-19} = q = \frac{100}{220}$

$\therefore n = 2.84 \times 10^{18}$ টি **(Ans.)**

05. একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রীতে '220 V-1000 W' লেখা আছে। ইস্ত্রীটি 200 V লাইনে যুক্ত হয়ে 2 ঘণ্টা চললে কত ইউনিট বিদ্যুৎ শক্তি খরচ করবে? **[BUET'09-10]**

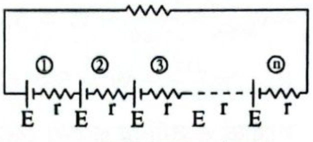
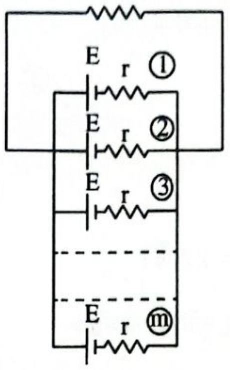
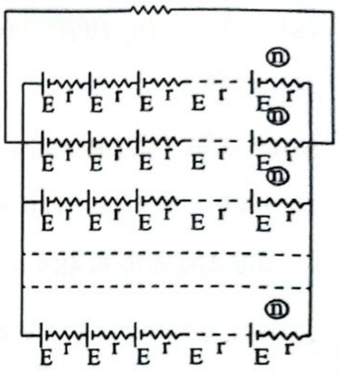
Solⁿ: $R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{1000} = 48.4\,\Omega$

$W = Pt = \frac{V^2 t}{R}\text{Wh} = \frac{200^2}{48.4} \times \frac{2}{1000}\text{ kWh}$

$= 1.6529$ unit

T-13: কোষের সমবায়

কনসেপ্ট রিভিউ

সমবায়	শ্রেণি	সমান্তরাল	মিশ্র
তুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ	 n সংখ্যক কোষ series এ	 m সংখ্যক কোষ parallel এ/ m সংখ্যক লাইন	 m সংখ্যক parallel line ও প্রতি লাইনে n সংখ্যক কোষ series এ
	n সংখ্যক কোষ শ্রেণিতে	m সংখ্যক কোষ সমান্তরাল বা m সংখ্যক লাইন	m সংখ্যক সমান্তরাল ও প্রতি লাইনে n সংখ্যক কোষ শ্রেণিতে
	$r_{eq} = nr$	$r_{eq} = \frac{r}{m}$	$r_{eq} = \frac{nr}{m}$
তুল্য তড়িচ্চালক শক্তি	$E_{eq} = nE$	$E_{eq} = E$	$E_{eq} = nE$
তড়িৎ প্রবাহ	$I = \frac{nE}{nr+R}$	$I = \frac{E}{\frac{r}{m}+R}$	$I = \frac{nE}{\frac{nr}{m}+R}$
সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহের শর্ত	$R \gg nr$	$r \gg mR$	$mR = nr$
সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহের মান	$I_{max} = \frac{nE}{R}$	$I_{max} = \frac{mE}{r}$	$I_{max} = \frac{mnE}{2mR} = \frac{nE}{2R} = \frac{mE}{2r}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

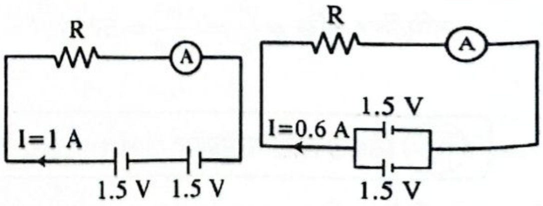
01. সিরিজ সংযুক্ত একটি এ্যামিটার এবং একটি অজানা রোধ দুটি একই রকম 1.5 V ব্যাটারির দুই প্রান্তে সংযুক্ত আছে। যখন ব্যাটারি দুটি সিরিজে সংযুক্ত থাকে তখন এ্যামিটার 1-amp রিডিং প্রদর্শন করে। আবার ব্যাটারি দুটি সমান্তরালে সংযুক্ত করলে 0.6-amp রিডিং প্রদর্শন করে। ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ কত? [CKRUET'22-23]

(a) $\frac{1}{3}\Omega$ (b) $\frac{1}{2}\Omega$ (c) $1\ \Omega$ (d) $0.1\ \Omega$

(e) $\frac{2}{3}\Omega$

ⓐ

Solⁿ:



$$I_1 = 1 = \frac{nE}{nr+R} = \frac{2\times1.5}{2r+R} \ldots\ldots\ldots (i)$$

$$I_2 = 0.6 = \frac{nE}{nR+r} = \frac{2\times1.5}{2R+r} \ldots\ldots\ldots (ii)$$

$(i) \Rightarrow 2r + R = 3$

$(ii) \Rightarrow (2 \times 0.6)R + (0.6 \times r) = 3$

(i) ও (ii) সমাধান করে, $r = \frac{1}{3}\Omega$; $R = \frac{7}{3}\Omega$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

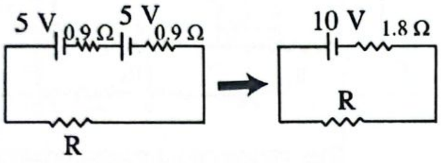
01. 5V এর দুটি ব্যাটারি যাদের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.9Ω, শ্রেণিতে লাগানো হলে বহিঃস্থরোধের দুটি প্রান্তের বিভব পার্থক্য 9.063 V হয়। ব্যাটারিটি দুটি সমান্তরালে লাগানো হলে বর্তনীর I এবং R =? **[BUTEX'24-25]**

Sol^n: $E_1 = E_2 = 5V$

$r_1 = r_2 = 0.9\ \Omega$

$\therefore E_{eq} = E_1 + E_2 = 10\ V$

$r_{eq} = r_1 + r_2 = 1.8\ \Omega$


5 V
0.9 Ω
5 V
0.9 Ω
R
10 V
1.8 Ω
R

প্রশ্নমতে, $I = \frac{10}{1.8+R}$ A

বহিঃস্থ রোধের দুই প্রান্তের বিভবপ্রার্থক্য, $V = IR$

$\Rightarrow 9.063 = \frac{10}{1.8+R} \times R$

$\therefore R = 17.41\ \Omega$

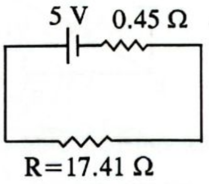
ব্যাটারি সমান্তরালে সংযোগ দিলে,

$E_{eq} = E = 5V$

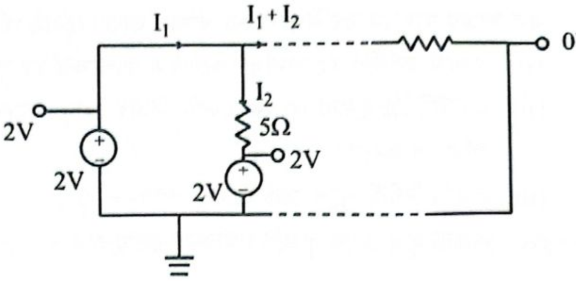
$r_{eq} = \frac{0.5}{2} = 0.45\ \Omega$

$I = \frac{5}{0.45+17.41}$

$= 0.2799$ A **(Ans.)**


5 V
0.45 Ω
R=17.41 Ω

02.


I₁
I₁ + I₂
0V
2V
I₂
5Ω
2V
2V
2V

প্রত্যেকটি 5 ohms রোধের 30 টি বিদ্যুৎ কোষকে কীভাবে সাজালে 6 ohms রোধের একটি বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? প্রত্যেকটি কোষের বিদ্যুচ্চালক বল 2 volts হলে, ঐ বিদ্যুৎপ্রবাহ মাত্রার মান কত? **[CUET'03-04]**

Sol^n: ধরি, কোষগুলোকে প্রতিসারিতে n টি করে m সংখ্যক সারিতে সাজাতে হবে।

$\therefore mn = 30$

$\therefore m = \frac{30}{n}$

$mR = nr$

$\Rightarrow \frac{30}{n} \times 6 = n \times 5$

$\Rightarrow n^2 = 36$

$\therefore n = 6$

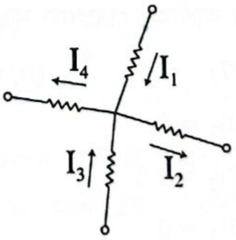
$\therefore m = \frac{30}{6} = 5$

বিদ্যুৎ প্রবাহের মান, $I = \frac{mE}{2r} = \frac{5\times2}{2\times5} = 1$ A

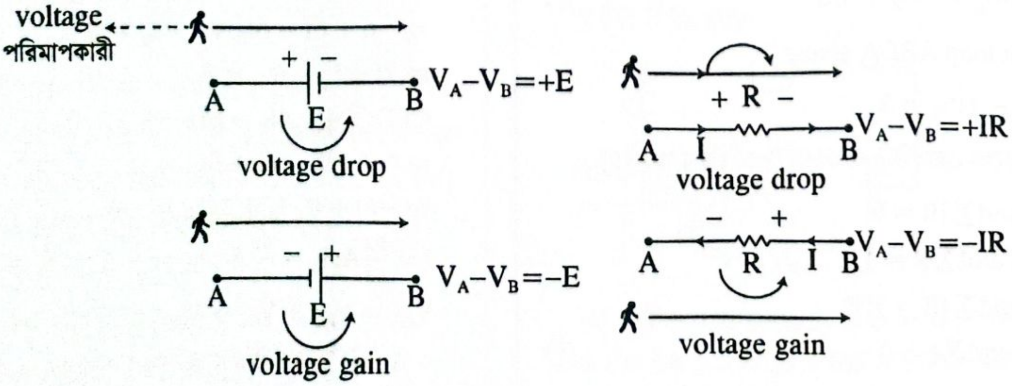
T-14: কার্শফের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- **কার্শফের ১ম সূত্র:** বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে/নোডে/জাংশন পয়েন্টে,
  Incoming Current = Outgoing Current
  $\therefore I_1 + I_3 = I_2 + I_4$



- **কার্শফের ২য় সূত্র: বর্তনীতে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কৌশল:**


voltage
পরিমাপকারী
+ −
A
E
B
$V_A - V_B = +E$
voltage drop
− +
A
E
B
$V_A - V_B = -E$
voltage gain
+ R −
A
I
B
$V_A - V_B = +IR$
voltage drop
− +
A
R
I
B
$V_A - V_B = -IR$
voltage gain

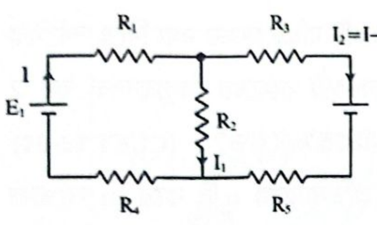
◆ ২য় সূত্রের মাধ্যমে বর্তনীর বিভিন্ন শাখায় তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ:

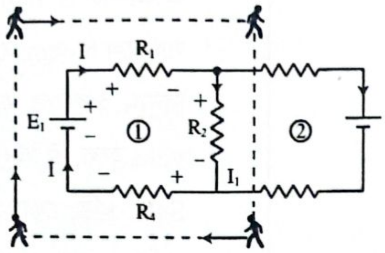
(i) প্রথমে বর্তনীর সংযোগবিন্দুগুলোতে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ।

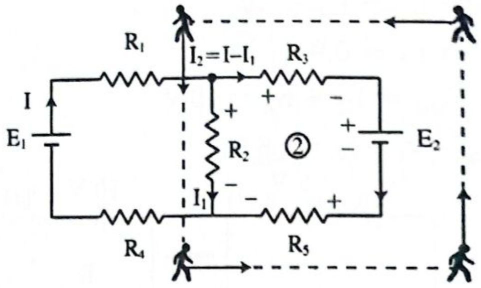
(ii) বর্তনীর যেকোনো লুপের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে Voltage পরিমাপকারী যাত্রা করবে ও বর্তনীর বিভিন্ন অংশের বিভব পার্থক্য পরিমাপ করবে।

(iii) একটি নির্দিষ্ট লুপে মোট বিভব পার্থক্য $= 0$

(iv) একটি লুপ থেকে একটি সমীকরণ তৈরি হবে।


R₁
R₃
I₂=I−I₁
I
E₁
R₂
I₁
E₂
R₄
R₅


I
R₁
E₁
①
R₂
②
I
I₁
R₄

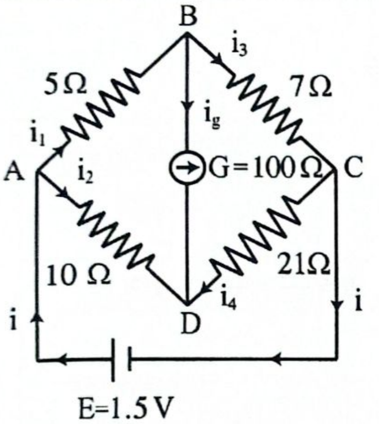

R₁
I₂=I−I₁
R₃
I
E₁
R₂
②
E₂
I₁
R₄
R₅

① $\Rightarrow +E_1 - IR_1 - I_1R_2 - IR_4 = 0$

② $\Rightarrow +E_2 + (I - I_1)R_3 - I_1R_2 + (I - I_1)R_5 = 0$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01.


B
i₃
5Ω
7Ω
i₁
i_g
A
i₂
G=100Ω
C
10 Ω
21Ω
i₄
i
D
i
E=1.5 V

In closed circuit ABDA which equation is correct according to Kirchhoff's voltage law? (বদ্ধ বর্তনী ABDA-তে কার্শফের ভোল্টেজ সূত্র অনুযায়ী কোন সমীকরণটি সঠিক?) **[IUT'23-24]**

(a) $5i_1 + 100i_g - 10i_2 = 0$

(b) $5i_1 + 100i_g - 10i_2 = 1.5$

(c) $5i_1 + 100i_g + 10i_2 = 0$

(d) $5i_1 - 100i_g + 10i_2 = 1.5$ ⓐ

Solⁿ: KVL at loop ABDA gives,

$5i_1 + 100i_g - 10i_2 = 0$

02. কার্শফের সূত্রগুলো কোনটি? **[CUET'10-11]**

(a) $\sum I = 0$ and $\sum IR = 0$

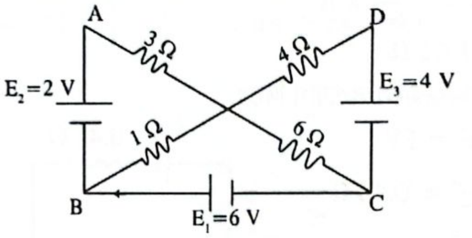
(b) $\sum IR = 0$ and $\sum R = \sum E$

(c) $\sum I = 0$ and $\sum IR = \sum E$

(d) $\sum R = 0$ and $\sum I = 0$ ⓒ

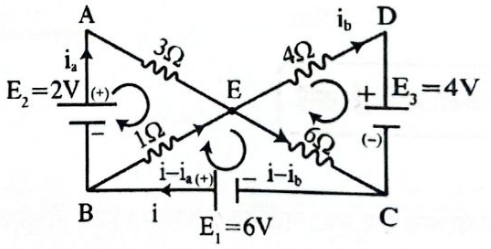
বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01.


A
D
3Ω
4Ω
E₂=2 V
E₃=4 V
1Ω
6Ω
B
C
E₁=6 V

চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনীর 6 V ব্যাটারির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ i_1 এর মান বের কর। এছাড়া, বর্তনীর A ও D বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। **[BUET'21-22]**

Solⁿ:


A
i_b
D
i_a
3Ω
4Ω
E₂=2V
(+)
E
+
E₃=4V
−
1Ω
6Ω
(−)
i−i_a
(+)
−
i−i_b
B
i
E₁=6V
C

$\text{ABEA}, -(i - i_a) \times 1 + 3i_a - 2 = 0$

$\Rightarrow -i + i_a + 3i_a - 2 = 0$

$\Rightarrow -i + 4 \cdot i_a + 0 \cdot i_b = 2 \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$

$\text{BECB}, -6 + 6(i - i_b) + i - i_a = 0$

$\Rightarrow -6 + 6i - 6i_b + i - i_a = 0$

$\Rightarrow 7i - i_a - 6i_b = 6 \ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$

$\text{CEDC}, 4 + 4i_b - 6(i - i_b) = 0$

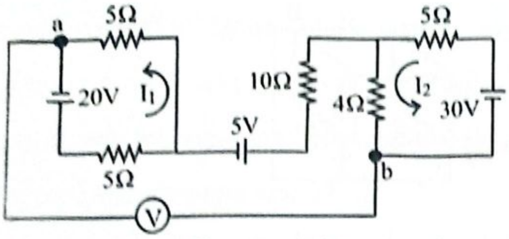
$\Rightarrow 4 + 4ib - 6i + 6i_b = 0$

$\Rightarrow -6i + 0 \cdot i_a + 10i_b = -4 \ldots\ldots\ldots \text{(iii)}$

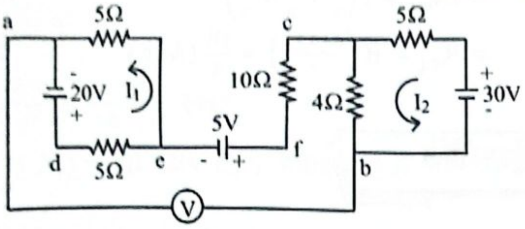
$i = \frac{82}{63}\text{A}; i_a = \frac{52}{63}\text{A}\,; i_b = \frac{8}{21}\text{A}\,; \therefore i_1 = i = \frac{82}{63}\text{A}$

$V_{AD} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} = 2 + 6 - 4 = 4\text{V}$

∴ A ও D বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য $= 4\text{V}$ **(Ans.)**

02. 
a
5Ω
5Ω
20V
I_1
10Ω
5V
4Ω
I_2
30V
5Ω
b
V

চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনীতে ভোল্টমিটারের পাঠ কত হবে নির্ণয় কর। ধরো যে, ভোল্টমিটারটি যথাযথ পোলারিটিতে সংযোগ করা হয়েছে। **[BUET'19-20]**

Sol^n: 
a
5Ω
c
5Ω
20V
I_1
10Ω
4Ω
I_2
30V
5V
d
5Ω
e
f
b
V

$I_1 = \frac{20}{5+5}A = 2A; I_2 = \frac{30}{5+4}A = \frac{10}{3}A$

ধরি, a অবস্থানে ভোল্টেজ = 0 V

d অবস্থানে ভোল্টেজ = 20 V

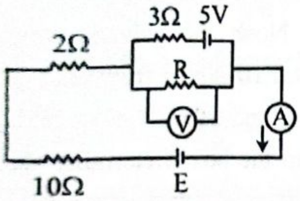
e অবস্থানে ভোল্টেজ = $\{20 - (5 \times 2)\}V = 10\ V$

ec পথে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না।

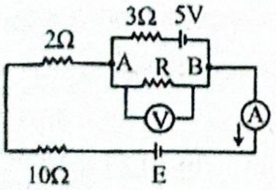
$\therefore$ c অবস্থানে ভোল্টেজ = $(10 + 5)V = 15\ V$

b অবস্থানে ভোল্টেজ = $\left\{15 - \left(4 \times \frac{10}{3}\right)\right\} V$

$= \left(15 - \frac{40}{3}\right) V = \frac{5}{3}\ V$ = ভোল্টমিটারের পাঠ।


3Ω
5V
2Ω
R
V
A
10Ω
E

চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনিতে voltmeter এর পাঠ 5 V, ammeter এর পাঠ 2 A এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক তীর চিহ্নের মাধ্যমে প্রদর্শিত হয়েছে। (a) রোধক R এর মান ও (b) E এর মান নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

Sol^n: 
3Ω
5V
2Ω
A
R
B
V
A
10Ω
E

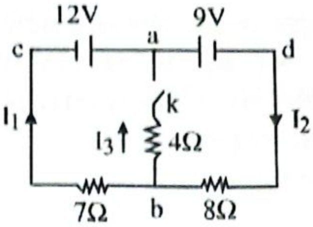
A এবং B বিন্দুর মাঝে বিভব পার্থক্য 5 V হওয়ায় 3 Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় না, হলে 3 Ω রোধে বিভব পতন হত এবং A ও B এর মাঝে বিভব পার্থক্য 5 V এর বেশি হত।

$\therefore$ পুরো 2A তড়িৎ R এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়।

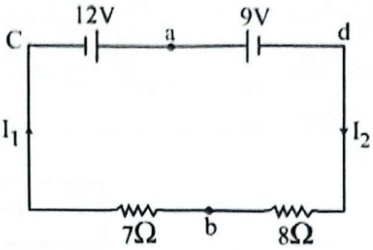
$\therefore R = \frac{5}{2} = 2.5\ \Omega$

এবং E = বর্তনীতে মোট বিভব পতন

$= 2(10 + 2 + 2.5) = 29\ V$ **(Ans.)**

04. 
12V
a
9V
c
d
k
I_1
I_3
4Ω
I_2
7Ω
b
8Ω

চিত্রে প্রদর্শিত সার্কিটে সুইচ k খোলা অবস্থায় কারেন্ট I_1, I_2 এবং I_3 এর মান নির্ণয় কর। **[BUET'14-15]**

Sol^n: 
12V
a
9V
C
d
I_1
I_2
7Ω
b
8Ω

সুইচ k খোলা অবস্থায়, $I_3 = 0A$

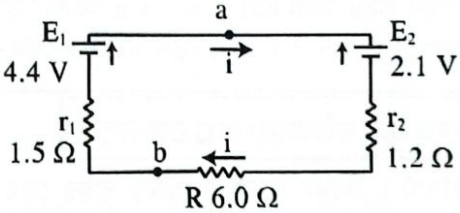
কার্শফের ভোল্টেজ law apply করে পাই,

$7I_1 - 12 + 9 + 8I_1 = 0$

[এখানে, $I_1 = I_2$ কেননা একটিই পথে কারেন্ট যাচ্ছে]

$\Rightarrow 15I_1 - 3 = 0 \quad \therefore I_1 = I_2 = 0.2\ A$

$I_1 = I_2 = 0.2\ A$ and $I_3 = 0\ A$ **(Ans.)**

05. 
a
E_1
4.4 V
i
E_2
2.1 V
r_1
1.5 Ω
b
i
r_2
1.2 Ω
R 6.0 Ω

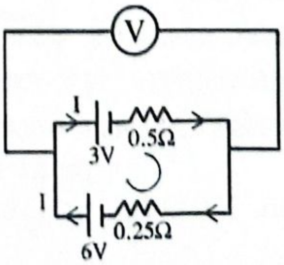
বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ i এর মান কত? a এবং b বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে বিভব পার্থক্য কত? **[BUET'22-23]**

Sol^n: বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ: KVL অনুসারে, $-4.4 + 2.1 + 1.2i + 6i + 1.5i = 0$

$8.7i = 2.3 \therefore i = \frac{23}{87}\ A$

$\therefore V_{ab} = 2.1 + (1.2 + 6)i = 2.1 + 7.2 \times \frac{23}{87} \approx 4\ V$

06. 6V -এর একটি ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ 0.25 Ω । অন্য একটি 0.5 Ω অভ্যন্তরীণ রোধবিশিষ্ট 3 V ব্যাটারির সাথে সমান্তরালে সংযোগ করলে উক্ত সমবায়ের প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। **[BUET'11-12]**

Sol^n: 
V
I
0.5Ω
3V
I
0.25Ω
6V

$-6 + 3 + 0.5I + 0.25I = 0 \Rightarrow 0.75I = 3$

$\Rightarrow I = 4A \therefore V = (3 + 0.5 \times 4)V = 5V$

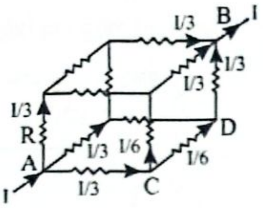
07. বারটি তার যার প্রত্যেকটির রোধ R যোগ করে একটি ঘনক (Cube) তৈরি করা হল, ঘনকের বিপরীত কোণদ্বয়ের মধ্যে রোধ নির্ণয় কর। **[BUTEX'11-12]**

Solⁿ: A ও B এর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য V হলে,
ACDB পথে KVL প্রয়োগ করি,

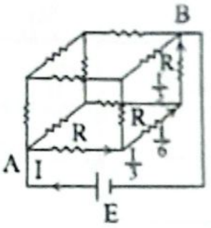
$$R\frac{I}{3}+R\frac{I}{6}+R\frac{I}{3}=V$$
$$\therefore V=RI\left(\frac{2}{3}+\frac{1}{6}\right)$$
$$=RI\left(\frac{4+1}{6}\right)=\frac{5RI}{6}$$

তুল্যরোধ R_{eq} হলে,

$$V=R_{eq}I \therefore R_{eq}=\frac{5R}{6}$$



বিকল্প:

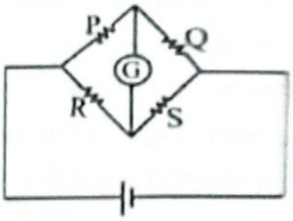


$$-E+\frac{I}{3}\times R+\frac{I}{6}\times R+\frac{I}{3}\times R=0$$
$$\Rightarrow E=I\left(\frac{R}{3}+\frac{R}{6}+\frac{R}{3}\right)$$
$$\Rightarrow IR_{eq}=I\left(\frac{R}{3}+\frac{R}{6}+\frac{R}{3}\right)$$
$$\Rightarrow R_{eq}=R\left(\frac{2+1+2}{6}\right)=\frac{5R}{6}\ \textbf{(Ans.)}$$

T-15: হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- সাম্যাবস্থার শর্ত: $\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}$
  [P = ১ম বাহুর রোধ, Q = ২য় বাহুর রোধ, R = ৩য় বাহুর রোধ, S = ৪র্থ বাহুর রোধ]
- সাম্যাবস্থায় আনার জন্য কী পরিমাণ রোধ যুক্ত করতে হবে- এ জাতীয় প্রশ্নে চতুর্থ বাহুতে প্রয়োজনীয় রোধ S' বানাতে হবে।
  $S' > S$ (চতুর্থ বাহুর রোধ) হলে $S' = S + x$; অর্থাৎ চতুর্থ বাহুতে x রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।
  $S' < S$ হলে $S'^{-1} = S^{-1} + x^{-1}$; চতুর্থ বাহুতে x রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুড

01. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের প্রথম ও দ্বিতীয় বাহুর রোধ যথাক্রমে 10 Ω ও 10 Ω এবং তৃতীয় বাহুর রোধ 2 Ω। চতুর্থ বাহুতে 50 cm দীর্ঘ একটি তার যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকে। তারটির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\times10^{-6}\ m^2$ হলে, তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ কত? **[RUET'25-26]**

(a) $2\times10^{-6}\ \Omega m$ (b) $7\times10^{-5}\ \Omega m$
(c) $6\times10^{-4}\ \Omega$ (d) $4\times10^{-6}\ \Omega m$
(e) $4\times10^{-6}\ \Omega$ ⓓ

Solⁿ: $\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}\Rightarrow\frac{10}{10}=\frac{2}{S}$

$\therefore S=2\,\Omega\Rightarrow S=\frac{\rho L}{A}\Rightarrow 2=\frac{\rho\times0.5}{10^{-6}}$

$\therefore \rho=4\times10^{-6}\ \Omega m$ **(Ans.)**

02. কোনো হুইটস্টোন ব্রিজের প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয় বাহুতে রোধ যথাক্রমে 4Ω, 6Ω ও 8Ω হলে, চতুর্থ বাহুতে কত মানের রোধ যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? **[BUET'23-24]**

(a) 20Ω (b) 16Ω (c) 12Ω (d) 10Ω ⓒ

Solⁿ: $\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}\Rightarrow\frac{4}{6}=\frac{8}{S}$

$\Rightarrow S=8\times\frac{6}{4}=12\,\Omega$

03. In the fourth arm S of a post office box a wire of length of 1 m and cross-sectional area of $1\times10^{-6}\ m^2$ is connected Now, the galvanometer gives zero deflection when 10 Ω plug from arm Q, 1000 Ω plug from arm P and 2025 Ω plug from arm R are removed from the box. Determine the specific resistance. (একটি পোস্ট অফিস বক্সের চতুর্থ বাহু S-এ 1 m দৈর্ঘ্যের এবং $1\times10^{-6}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের একটি তার সংযুক্ত করা হয়েছে। এখন গ্যালভানোমিটারে কোনো বিচ্যুতি দেখা যায় না, যখন Q বাহু থেকে 10 Ω, P বাহু থেকে 1000 Ω এবং R বাহু থেকে 2025 Ω প্লাগ সরানো হয়। নির্ণয় করো তারটির আপেক্ষিক রোধ কত?) **[IUT'20-21]**

(a) $30.25\times10^{-6}\ \Omega m$ (b) $10.25\times10^{-6}\ \Omega m$
(c) $40.25\times10^{-6}\ \Omega m$ (d) $20.25\times10^{-6}\ \Omega m$ ⓓ

Solⁿ: $\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}$

$$\Rightarrow S=\frac{Q\times R}{P}=\frac{10\times2025}{1000}\,\Omega$$
$$=20.25\,\Omega$$
$$\therefore \rho=\frac{SA}{L}=\frac{20.25\times10^{-6}}{1}\,\Omega m$$
$$=20.25\times10^{-6}\ \Omega m$$

04. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের চারটি বাহুতে যথাক্রমে ৪ Ω, 12 Ω, 16 Ω এবং 20 Ω রোধ যুক্ত আছে। চতুর্থ বাহুতে আর কত মানের একটি রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আসবে?

[RUET'13-14, KUET'08-09; CUET'05-06]

(a) 4 Ω (b) 8 Ω (c) 12 Ω (d) 16 Ω

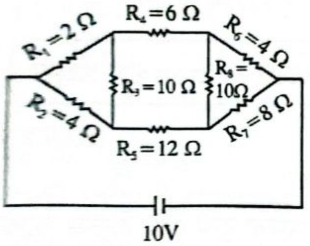
(e) None ⓐ

Solⁿ: $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

$\therefore S = \frac{R \times Q}{P} = \frac{16 \times 12}{8} = 24\Omega.$

$\therefore (24 - 20) = 4\Omega$ রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করতে হবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ



01. [CUET'24-25]

(i) বর্তনীটির তুল্য রোধ কত?

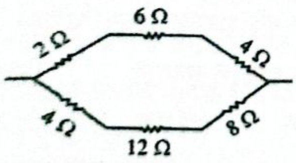
(ii) 10 Ω এর রোধ দুটির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ কত?

Solⁿ: এখানে, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_5} = \frac{R_6}{R_7} = \frac{1}{2}$

সুতরাং, এখানে হুইটস্টোন ব্রিজের নীতি প্রযোজ্য হবে।

তাই, 10 Ω এর রোধ দুটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

(i)



$R_{s_1} = (2 + 6 + 4)\,\Omega = 12\,\Omega$

$R_{s_2} = (4 + 12 + 8)\,\Omega = 24\,\Omega$

$\therefore R_{eq} = \left(R_{s_1}^{-1} + R_{s_2}^{-1}\right)^{-1}$

$= (12^{-1} + 24^{-1})^{-1} = 8\Omega$ **(Ans.)**

(ii) $I_3 = I_8 = 0$ **(Ans.)**

02. একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চারটি বাহুতে যথাক্রমে 10, 8, 20 এবং 32 ohms রোধ যুক্ত আছে। চতুর্থ বাহুতে কত মানের রোধ সমান্তরালভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি ভারসাম্য অবস্থায় আসবে? [RUET'05-06]

Solⁿ: $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

$\Rightarrow \frac{10}{8} = \frac{20}{S} = S = 16$

ধরি, চতুর্থ বাহুতে $S_2 = ?$

Given, $S_1 = 32$

$\frac{1}{S} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{32} + \frac{1}{S_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{S_2} = \frac{1}{16} - \frac{1}{32}$

$\Rightarrow S_2 = 32\,\Omega$ **(Ans.)**

03. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের প্রথম এবং দ্বিতীয় বাহুতে যথাক্রমে 10 Ω এবং 12 Ω এর রোধ যুক্ত আছে। যখন চতুর্থ বাহুতে 20 Ω এর দুটি রোধ সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত হয় তখন ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকে। অজানা রোধের মান কত?

[BUET'04-05; IUT'10-11]

Solⁿ: আমরা জানি, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

$\therefore R = \frac{P}{Q} \times S$

$= \frac{10}{12} \times 10 = 8.33\Omega$ **(Ans.)**

$P = 10\Omega,\ Q = 12\Omega$

$R = ?$

$S = 20 \,||\, 20$

$= 10\Omega$

T-16: মিটার ব্রিজ

কনসেপ্ট রিভিউ

$\frac{P}{Q} = \frac{l}{100 - l}$

এখানে, P = বাম ফাঁকে রোধ

Q = ডান ফাঁকে রোধ

l = বামপ্রান্ত হতে ভারসাম্য বিন্দুর দূরত্ব

$(100 - l)$ = ডানপ্রান্ত হতে সাম্যবিন্দুর দূরত্ব।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 0.1 mm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট 157 cm দৈর্ঘ্যের একটি তার যুক্ত করে ডান ফাঁকে 45Ω মানের একটি রোধ অন্তর্ভুক্ত করলে বাম প্রান্ত থেকে 25 cm দূরে নিরপেক্ষ বিন্দু পাওয়া গেল। তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। [KUET'17-18]

(a) 4.2×10^{-7} Ω-m (b) 2×10^{-7} Ω-m
(c) 3.66×10^{-8} Ω-m (d) 3×10^{-7} Ω-m
(e) 2.8×10^{-6} Ω-m ⓓ

Solⁿ: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{\frac{\rho L}{A}}{45} = \frac{25}{100-25}$

$\therefore \rho = 3 \times 10^{-7} \Omega\,\text{m}$

02. মিটার ব্রীজে P: Q = 1: 2। নিস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান হবে– [BUTEX'15-16]

(a) 16.66 cm (b) 33.33 cm
(c) 50.00 cm (d) 66.66 cm ⓑ

Solⁿ: নিস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান $= \left(\frac{1}{1+2}\right) \times 100\text{cm}$

$= 33.33$ cm

T-17: বিবিধ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন পদার্থের রোধের উষ্ণতা সহগ ঋণাত্মক? [BUET'23-24]

(a) Al (b) Si (c) Cu (d) Ni ⓑ

Solⁿ: Si এর তাপমাত্রা বাড়ালে, রোধ কমে।

02. কাঁচ, তড়িৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে কীসের উদাহরণ? [BUTEX'13-14]

(a) পরিবাহী (b) অর্ধ পরিবাহী
(c) অপরিবাহী (d) a ও b উভয়ই ⓒ

03. একটি তারের রোধ মাপা যায়- [CUET'10-11]

(a) Wheatstone bridge (b) Meter bridge
(c) Post office box (d) All of these

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. সংক্ষেপে উত্তর দাও: [KUET'03-0

5A ফিউজ বলতে কী বোঝ?

Solⁿ: 5A ফিউজ বলতে আমরা বুঝি সেই ফিউজ সর্বোচ্চ 5 তড়িৎ প্রবাহ সহ্য করতে পারে। এর বেশি প্রবাহে ফিউজটি গ বর্তনী সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. তড়িৎ প্রবাহ I তারের মধ্য দিয়ে সময়ের সাথে, $I = 4t^2 + 3t + 5$ সমীকরণ অনুসারে নির্ভর করে। t = 0 থেকে t = 3 সেকেন্ডে তারের প্রস্থচ্ছেদের ভেতর দিয়ে কী পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয়? [ইস্হাক স্যার]

(a) 27 C (b) 64.5 C (c) 72.3 C (d) 82.7 C

02. 50 Ω রোধের ভেতর দিয়ে 2 A প্রবাহ 100 s চালনা করলে 0°C তাপমাত্রা কতটুকু পানির তাপমাত্রা 100°C এ পৌঁছাবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) 25 mL (b) 37 mL (c) 48 mL (d) 53 mL

03. দুই তারের উপাদান ও ভর সমান কিন্তু একটির দৈর্ঘ্য অন্যটির চারগুণ। প্রতিটি তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য সমান। দুই তারের উৎপন্ন তাপের অনুপাত কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 2 : 1 (b) 4 : 1 (c) 8 : 1 (d) 16 : 1

04. একটি বৈদ্যুতিক বাতির দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 2% ক গেলে বাতির ক্ষমতা কত শতাংশ কমবে? [ইস্হাক স্যা

(a) 2% (b) 4% (c) 8% (d) None

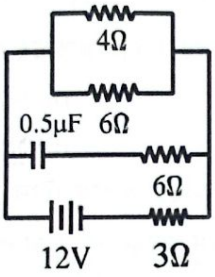
05. কোনো একটি রোধকের মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট মাত্রায় তড়িৎ প্র চলছে। এর সাথে 120 Ω রোধ শ্রেণিবদ্ধভাবে যুক্ত কর প্রবাহমাত্রা পূর্বের প্রবাহের অর্ধেক হয়। রোধকের মান কত? [ইস্হাক স্যা

(a) 60Ω (b) 80Ω
(c) 100Ω (d) 120Ω

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. c	03. d	04. b	05. d

06. চিত্রে (ক) প্রদর্শিত বর্তনীতে তড়িৎ কোষের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত স্থির প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। ধরে নাও, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নগণ্য। [ইস্‌হাক স্যার]



(a) 1.78 A (b) 2.22 A (c) 2.57 A (d) None

07. একটি ভোল্টমিটার 15V পরিসরের এবং এর রোধ 1000 Ω। ভোল্টমিটার দ্বারা 150 V পর্যন্ত বিভব পার্থক্য পরিমাপের জন্য কী ব্যবস্থা অবলম্বন করতে হবে? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) সমান্তরালে 9 kΩ (b) শ্রেণিতে 10 kΩ
(c) সমান্তরালে 10 kΩ (d) 9 kΩ শ্রেণিতে

08. 1.5 V তড়িচ্চালক বলবিশিষ্ট 9টি কোষকে সমান্তরালে সাজিয়ে 1 Ω রোধের সাথে যুক্ত করা হলে বর্তনীতে 1.35 A প্রবাহ চলে। প্রতিটি কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 0.8 Ω (b) 1Ω (c) 1.2Ω (d) 1.5Ω

09. একটি চলকুণ্ডলী গ্যালভানোমিটারের রোধ 60Ω এবং 60mA তড়িৎ প্রবাহের জন্য পূর্ণ স্কেল বিক্ষেপ দেখায়। একে একটি 240 ভোল্ট পরিমাপযোগ্য ভোল্টমিটারে রূপান্তরিত করতে গ্যালভানোমিটারের সাথে কত মানের রোধ এবং কীভাবে যুক্ত করতে হবে? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) শ্রেণিতে 3940 Ω (b) সমান্তরালে 3940 Ω
(c) শ্রেণিতে 2 kΩ (d) None

10. 20°C তাপমাত্রায় একটি তারের রোধ 32Ω। 100°C তাপমাত্রায় তারটি উত্তপ্ত করলে রোধের পরিবর্তন হয় 0.22Ω। তারটির তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বের করো। [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 4.6×10^{-5} (b) 5.6×10^{-5}
(c) 6.6×10^{-5} (d) 8.6×10^{-5}

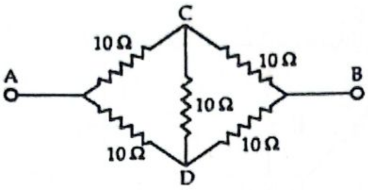
11. একটি ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ 1 Ω। একটি ভোল্টমিটারের সাহায্যে এই ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল পরিমাপ করলে 1% ত্রুটি হয়। ভোল্টমিটারের রোধ কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 100 Ω (b) 99 Ω (c) 49 Ω (d) None

12. একই ধরনের n সংখ্যক রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ x। তারগুলিকে শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্যরোধ কত? [ইস্‌হাক স্যার]

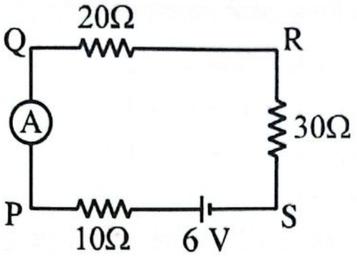
(a) nx (b) n^2x (c) $\frac{x}{n}$ (d) $\frac{x}{n^2}$

13. চিত্রের বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে কার্যকর রোধ কত হবে? [ইস্‌হাক স্যার]



(a) 10Ω (b) 20Ω (c) 40Ω (d) 50Ω

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



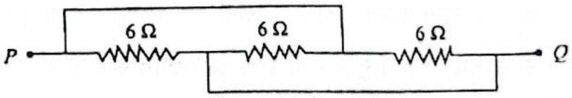
14. Q ও S বিন্দুকে একটি পরিবাহী দ্বারা যুক্ত করে দিলে অ্যামিটারের পাঠ কত হবে? [প্রামাণিক স্যার]

(a) 0.1 A (b) 0.16 A (c) 0.6 A (d) 1.1 A

15. দুটি বাল্বের রোধের অনুপাত 1 : 2। এদের সমান্তরালে যুক্ত করে একটি স্থির মানের বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হলো। বাল্ব দুটিতে উৎপন্ন ক্ষমতার অনুপাত- [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1 (c) 2 : 1 (d) 1 : 4

16. নিচের বর্তনীর তুল্যরোধ কত হবে? [তপন স্যার]



(a) 2Ω (b) 0Ω (c) 12Ω (d) 18Ω

17. শ্রেণিবদ্ধভাবে যুক্ত দুটি 4 Ω ও 6 Ω রোধের সাথে 2.2 V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1 Ω অভ্যন্তরীণ রোধের একটি কোষ সংযুক্ত করা হলো। প্রত্যেক রোধের দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য কত? [তপন স্যার]

(a) 0.8 V, 1.2 V (b) 0.88 V, 1.32 V
(c) 0.85 V, 1.25 V (d) None

18. একটি 100 ওয়াট এর নিমজ্জক উত্তাপক 7 মিনিটে 1 লিটার পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করে। J এর মান কত? [তপন স্যার]

(a) 4.17 (b) 4.22 (c) 4.15 (d) 4.20

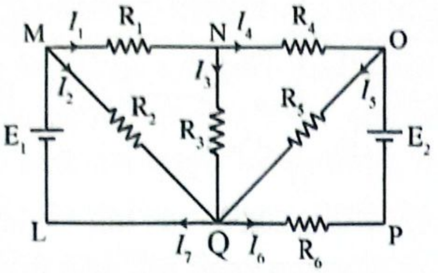
19. শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ে দুটি রোধের তুল্যরোধ যথাক্রমে 25 Ω ও 4 Ω। রোধ দুটির মান কত? [তপন স্যার]

(a) 10 Ω, 15 Ω (b) 5 Ω, 20 Ω
(c) 16 Ω, 9 Ω (d) 6 Ω, 19 Ω

MCQ উত্তরমালা

06. b	07. d	08. b	09. a	10. d	11. b	12. b
13. a	14. c	15. c	16. a	17. a	18. d	19. b

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



20. Q বিন্দুতে নিচের কোন সমীকরণটি প্রযোজ্য? [প্রামাণিক স্যার]

(a) $i_1 + i_2 + i_3 + i_5 - i_4 - i_6 - i_7 = 0$

(b) $i_2 + i_3 + i_5 - i_6 - i_7 = 0$

(c) $i_2 + i_3 - i_5 + i_6 - i_7 = 0$

(d) $i_2 + i_3 - i_5 = i_6 - i_7$

21. 400 Ω রোধের একটি কুণ্ডলীর পরিবাহীকে 20°C তাপমাত্রার পানির মধ্যে নিমজ্জিত করা হলো। কুণ্ডলীর দু'প্রান্তে 10 V বিভব পার্থক্য বজায় রেখে 10 min বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হলো। উৎপন্ন তাপের শতকরা 90 ভাগ কী পরিমাণ পানির তাপমাত্রা 10°C বৃদ্ধি করবে? [প্রামাণিক স্যার]

(a) 5.01 gm (b) 4.73 gm

(c) 3.59 gm (d) 3.21 gm

22. 15 Ω রোধের একটি তারকে টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও প্রস্থচ্ছেদ অর্ধেক করা হলো। তারপর তারটিকে সমান দুই অংশে বিভক্ত করে সমান্তরালে যুক্ত করা হলে তুল্য রোধ কত হবে? [প্রামাণিক স্যার]

(a) 15 Ω (b) 30 Ω

(c) 60 Ω (d) 120 Ω

23. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের প্রথম ও দ্বিতীয় বাহুতে রোধের অনুপাত 2 : 3। তৃতীয় বাহুর রোধ 6 Ω হলে, চতুর্থ বাহুর রোধ নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার]

(a) 12 Ω (b) 9 Ω

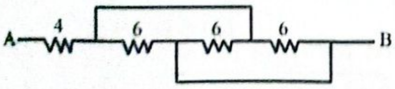
(c) 18 Ω (d) 4 Ω

24. একটি 120 W-60 V বাতিকে 220 V DC লাইনে লাগানো হলো। পূর্ণ উজ্জ্বলতায় জ্বলার জন্য বাতিটির সাথে শ্রেণি সমবায়ে কত রোধ লাগাতে হবে? [সেলু স্যার]

(a) 60 Ω (b) 70 Ω

(c) 80 Ω (d) 120 Ω

25.

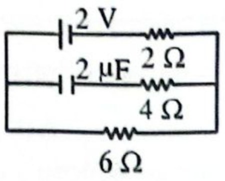


A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

(a) 2 Ω (b) 4 Ω

(c) 6 Ω (d) 7 Ω

26.



বর্তনীতে 6Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কত?

(a) 0.125 A (b) 0.25 A

(c) 0.5 A (d) None

27. একটি সিলিন্ডারাকৃতির তারকে টেনে এর দৈর্ঘ্য 100% বৃদ্ধি করা হল। এ কারণে রোধের পরিবর্তন কত হবে?

(a) 300% বৃদ্ধি হবে (b) 200% বৃদ্ধি হবে

(c) 100% বৃদ্ধি হবে (d) 50% বৃদ্ধি হবে

28. 20W-এর একটি বাল্বের পরিবর্তে 100W-এর একটি বাল্ব প্রতিদিন 6h করে জ্বালালে 30 দিনে কত টাকা বেশি খরচ হবে? প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 2 টাকা।

(a) 36 টাকা (b) 20 টাকা

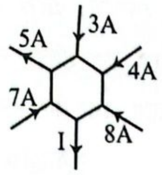
(c) 28.8 টাকা (d) 15.55 টাকা

29. তিনটি কপার তারের ভরের অনুপাত 1: 2: 3 ; দৈর্ঘ্যের অনুপাত 3 : 2 : 1 তাদের রোধের অনুপাত–

(a) 1:2:3 (b) 3:2:1

(c) 1:6:27 (d) 27:6:1

30.



চিত্রে I এর মান কত?

(a) 22A (b) 27A

(c) 17A (d) কোনোটিই নয়

MCQ উত্তরমালা

20. b	21. d	22. a	23. b	24. c	25. c
26. b	27. a	28. c	29. d	30. c	-

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. গলন্ত বরফের মধ্যে রাখা একটি তারের কুণ্ডলীর রোধ হুইটস্টোন ব্রিজের সাহায্যে মেপে 5Ω পাওয়া গেল। কুণ্ডলীকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে এবং এর সঙ্গে একটি 100Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে ব্রিজের নিঃস্পন্দ অবস্থা অপরিবর্তিত থাকে। কুণ্ডলী তারের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [ইস্‌হাক স্যার][Ans. 5.263×10^{-4}°C^{-1}]

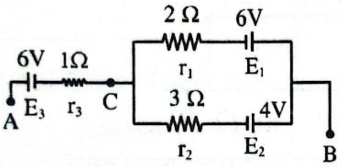
02. 100Ω রোধের সাথে যুক্ত একটি অ্যামিটারের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। যদি 100 Ω এর দুই প্রান্তে 440Ω রোধের একটি ভোল্টমিটার যুক্ত করা হয়, তবে এটি 220V পাঠ দেয়। রোধের দুই প্রান্তে প্রকৃত বিভব পার্থক্য কত?

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 270 V]

03. একটি বিদ্যুৎ লাইনের মধ্য দিয়ে 2.2 MW হারে তড়িৎ শক্তি পাঠানো হচ্ছে। লাইন তারের রোধ 20 Ω। লাইন ভোল্টেজ (i) 11 kV, (ii) 110 kV হলে প্রতি ক্ষেত্রে শক্তির কত শতাংশের তাপীয় অপচয় হচ্ছে?

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 36.36%, 0.3636%]

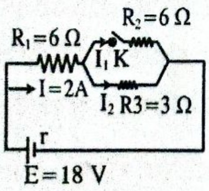
04. নিম্নের চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনীর A ও B বিন্দুর সাপেক্ষে তুল্য তড়িচ্চালক বল ও তুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় করো।


2 Ω
6V
6V
1Ω
r₁
E₁
A
E₃
r₃
C
3 Ω
4V
r₂
E₂
B

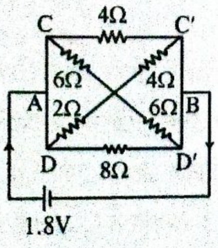
[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 0.8 V, 2.2 Ω]

05. 18 V তড়িচ্চালক বল সম্পন্ন একটি ব্যাটারি R_1, R_2 ও R_3 রোধের একটি সমবায়ের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ পাঠায়। যখন চাবি K বন্ধ থাকে তখন R_1 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা 2 A। (i) কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ এবং I_1 ও I_2 তড়িৎ প্রবাহগুলোর মান কত? (ii) চাবি খোলা থাকলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত?

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. (i) 1 Ω, $\frac{2}{3}$ A, $\frac{4}{3}$ A, (ii) 1.8 A]


R₂=6 Ω
R₁=6 Ω
I₁ K
I=2A
I₂ R3=3 Ω
r
E=18 V

06. চিত্র-১ এ একটি বর্তনী দেখানো হয়েছে। ব্যাটারির তড়িচ্চালক বল 1.8 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1Ω। বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করো।

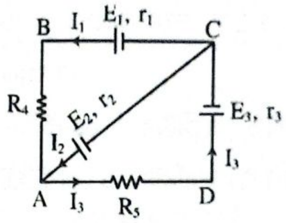

C
4Ω
C'
6Ω
4Ω
A
2Ω
6Ω
B
D
8Ω
D'
1.8V

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 1.07 A]

07. 120 V সরবরাহ লাইনে 1000 Ω এর একটি রোধ আছে। এর একপ্রান্ত ও মধ্যবিন্দুতে একটি ভোল্টমিটার সংযুক্ত করায় এটি 50 V পাঠ দেয়। ভোল্টমিটারের রোধ নির্ণয় করো।

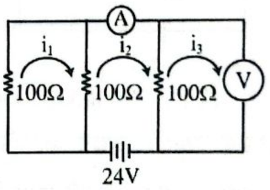
[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 1250 Ω]

08. নিচের বর্তনীতে প্রতিটি কোষের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা কত হবে? চিত্রে $E_1 = 2V, E_2 = 3V, E_3 = 4V$, $r_1 = 1Ω, r_2 = 1.5Ω, r_3 = 0.5\ Ω, R_4 = 2Ω$, ও $R_5 = 3Ω$।


B
I₁
E₁, r₁
C
R₄
E₂, r₂
E₃, r₃
I₂
I₃
A
I₃
R₅
D

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. −0.321 A, 0.0247 A, −0.2963 A]

09. চিত্রে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের রোধ যথাক্রমে 10 Ω এবং 1000 Ω। অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ কত?


A
i₁
i₂
i₃
100Ω
100Ω
100Ω
V
24V

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 0.159 A, 14.458 V]

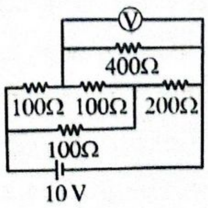
10. একটি তড়িৎ কোষের সাথে 100 Ω রোধের একটি ভোল্টমিটার যুক্ত করলে ভোল্টমিটারের পাঠ 2 V। যখন কোষটি 15 Ω রোধের সাথে যুক্ত করা হয়, তখন 1 Ω রোধসম্পন্ন অ্যামিটার 0.1 A পাঠ দেয়। কোষের emf নির্ণয় করো।

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 2.1 V]

11. একটি মিটার ব্রিজের বাম দিকের ফাঁকে 5Ω এবং ডান দিকের ফাঁকে 8 Ω ও 24 Ω এর সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে তারের 45.2 cm দৈর্ঘ্য নিস্পন্দ বিন্দু পাওয়া যায়। রোধ দুটির স্থান অদল-বদল করলে নিস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান হয় 55.3 cm। ব্রিজটির প্রান্তীয় রোধ ত্রুটি নির্ণয় করো।

[ইস্‌হাক স্যার][Ans. 5.3 cm, 5.8 cm]

12. চিত্রে একটি তড়িৎ বর্তনী দেখানো হয়েছে। 400 Ω রোধ সম্পন্ন ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমাপ করে 400 Ω রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য নির্ণয় করো। **[ইস্‌হাক স্যার]**


V
400Ω
100Ω
100Ω
200Ω
100Ω
10 V

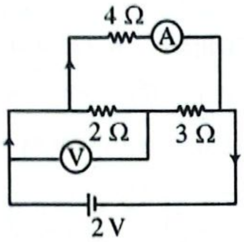
[Ans. 6.6667 V]

13. $0.014\,\Omega$ রোধযুক্ত একটি তারের ভর 0.45 kg। তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $1.78 \times 10^{-7}\Omega\text{-m}$ হলে এর দৈর্ঘ্য ও ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। [দেওয়া আছে, তারটির উপাদানের ঘনত্ব $\rho = 8.93 \times 10^3 \text{kgm}^{-3}$]

[ইস্হাক স্যার][**Ans. 2 m, 2.84 mm**]

14. একটি বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচ্চালক শক্তি 1.5 V যখন বিদ্যুৎ কোষটি 1 A বিদ্যুৎ প্রবাহ সরবরাহ করে তখন এর প্রান্ত দুটির বিভব পার্থক্য 1.2 V নেমে আসে। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার][**Ans. $0.3\,\Omega$**]

15. বর্তনীতে প্রদর্শিত অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের রোধ যথাক্রমে $0.8\,\Omega$ এবং $98\,\Omega$। অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ কত?

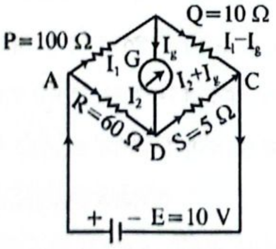


[ইস্হাক স্যার][**Ans. 0.4167 A, 0.7903 V**]

16. হুইটস্টোন ব্রিজের তিনটি বাহুর প্রতিটি রোধ $10\,\Omega$; চতুর্থ বাহুটি একটি রোধ X এবং একটি তারের সমান্তরাল সমবায়ে গঠিত। এই তারটির দৈর্ঘ্য 1000 cm, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 বর্গসেমি; 0°C উষ্ণতায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $6.0 \times 10^{-5}\,\Omega\text{-m}$ এবং রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক $5.0 \times 10^{-3}\,°\text{C}^{-1}$; তারটির উষ্ণতা বাড়িয়ে 200°C করলে ব্রিজটি নিস্পন্দ অবস্থায় আসে। X রোধের মান কত?

[ইস্হাক স্যার][**Ans. $60\,\Omega$**]

17. নিচের চিত্রটিতে $G = 15\,\Omega$ হলে, I_g নির্ণয় কর।



[সেলু স্যার][**Ans. 4.8721×10^{-3}A**]

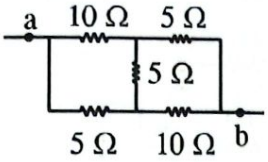
18. $25\,\Omega$ রোধের একটি তার ক্যালরিমিটারের পানির মধ্যে ডুবানো আছে। ক্যালরিমিটারের ভর 100 গ্রাম এবং পানির ভর 500 গ্রাম। উক্ত তারের ভেতর দিয়ে 5 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহিত হলে পানির তাপমাত্রা 10°C ওঠাতে কত সময় লাগবে? [ক্যালরিমিটার ও পানির আপেক্ষিক তাপ যথাক্রমে $420\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$ এবং $4200\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$] [তপন স্যার][**Ans. 34.272 s**]

19. দুইটি অভিন্ন কোষ শ্রেণি সংযোগে যুক্ত থেকে $10\,\Omega$ রোধের একটি পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে $\frac{1}{3}$A তড়িৎ প্রবাহ পাঠায়। কোষ দুইটিকে সমান্তরালে যুক্ত করলে পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে $\frac{4}{21}$A প্রবাহ পায়। কোষ দুইটির তড়িচ্চালক বল ও অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার][**Ans. 2V, $1\,\Omega$**]

20. একটি জুলের ক্যালরিমিটারে 350 g পানি দিয়ে পানিতে নিমজ্জিত রোধ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 2 A প্রবাহ 30 মিনিট চলনা করা হলো। রোধের দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য 3.39 V সৃষ্টি হয় এবং পানির তাপমাত্রা 8°C বৃদ্ধি পায়। J এর মান নির্ণয় করো। [ক্যালরিমিটারের ভর 160 g এবং আপেক্ষিক তাপ $0.09\text{ Cal g}^{-1}°\text{C}^{-1}$। পানির আপেক্ষিক তাপ $1\text{ Cal g}^{-1}°\text{C}^{-1}$]

[সেলু স্যার][**Ans. 4.1863 JCal^{-1}**]

21.



a ও b বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে তুল্যরোধ কত? [**Ans. $7\,\Omega$**]

22. একটি তড়িৎ কোষের সঙ্গে একটি রোধক লাগানো আছে যার রোধ তড়িৎকোষটির অভ্যন্তরীণ রোধের দুই-তৃতীয়াংশ। যদি অভ্যন্তরীণ রোধ অর্ধেক হয়ে যায় এবং তড়িচ্চালক শক্তি অপরিবর্তিত থাকে তাহলে নতুন প্রবাহ পূর্বের প্রবাহের কতগুণ?

[**Ans. পূর্বের প্রবাহের $\frac{10}{7}$ গুণ**]

23. 16 টি অভিন্ন কোষের প্রতিটির তড়িৎ চালক শক্তি 1.5V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 1Ω। এদের সমবায় 4Ω বহিঃরোধের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ পাঠায়। কোষগুলো কীভাবে সাজালে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যাবে এবং তা কত নির্ণয় কর।

[**Ans. প্রতি সারিতে 8 টি করে 2 টি সারিতে সাজাতে হবে, 1.5A**]

24. একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 0.2mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট, 314mm দৈর্ঘ্যের একটি তার যুক্ত করে ডান ফাঁকে 42Ω এর একটি রোধ স্থাপন করলে বাম প্রান্ত থেকে 20cm দূরে নিরপেক্ষ বিন্দু পাওয়া গেল। তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। [**Ans. $4.2 \times 10^{-6}\Omega$m**]

25. একটি কলেজ শিক্ষার্থী রফিক পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি তড়িৎ কোষের একটি বর্তনী নিয়ে কাজ করছিল। সে বর্তনীর সাথে 12Ω রোধের একটি রোধক লাগিয়ে দেখল, বর্তনীর প্রবাহ আগের চেয়ে 5 : 3 অনুপাতে কমে গেল।

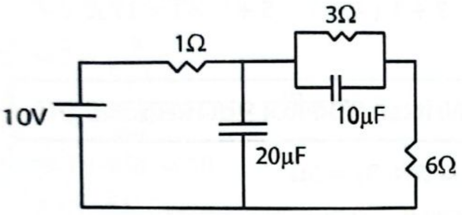
(i) বর্তনীটির আগের রোধ কত ছিল? [**Ans. 18Ω**]

(ii) রফিককে বলা হয় প্রাথমিক প্রবাহের অর্ধেক প্রবাহ বর্তনীতে চালনা করতে নচেৎ বর্তনীটি পুড়ে যেতে পারে। রফিক কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে বর্তনীটি পুড়বে না যুক্তিসহকারে লিখ।

[Ans. 6Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে]

26. 1 m দীর্ঘ ও 0.1 m ব্যাসবিশিষ্ট একটি তামার দণ্ডকে 1×10^{-4}m ব্যাসবিশিষ্ট একটি তারে রূপান্তর করা হলো। তারের রোধ দণ্ডের রোধের কতগুণ হবে?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 10^{12} গুণ]

27. 

চিত্রে, ধারকদ্বয়ে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। [Advanced]

[কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans. 45μJ, 0.81mJ]

28. একটি বিচ্ছিন্ন পরিবাহী গোলকের ব্যাসার্ধ 13 cm। একটি তারের মাধ্যমে এতে 1.0000020 A তড়িৎ প্রবেশ করছে এবং অন্য একটি তারের মাধ্যমে 1.0000000 A তড়িৎ বের হয়ে যাচ্ছে। গোলকটির বিভব 980 V বৃদ্ধি পেতে কত সময় লাগবে? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-09]

[Ans. 7.075×10^{-3} s]

29. একটি 32 μF ধারককে একটি তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো। $t = 0$ থেকে $t = 3$ s সময়কালে উৎসের ভোল্টেজ $V(t) = 6 + 4t - 2t^2$ (ভোল্ট এককে)। $t = 0.50$ s সময়ে ধারকের আধান, ধারকে প্রবেশ করা প্রবাহ এবং পাওয়ার সাপ্লাইয়ের আউটপুট ক্ষমতা নির্ণয় করো।

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-10]

[Ans. 240μC, 64μA, 480μW]

30. 80 m দৈর্ঘ্য ও 0.192 mm² প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ধাতব তারকে বাকিয়ে বর্গাকার আকৃতি দেয়া হলো। তারপর তার একটি বাহুর দুপ্রান্তের সাথে 100 V এর একটি ব্যাটারী যুক্ত করে দেয়া হলো। ব্যাটারীটি টানা 2 ঘণ্টা সচল রাখলে কত kWh শক্তি ব্যয় হবে? [$\rho = 4.8 \times 10^{-8}$ Ωm]

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-10] [Ans. $\frac{16}{3}$ kWh]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (b);** $Q = \int I dt = \int_0^3 (4t^2 + 3t + 5)\, dt$

$$= \left[\frac{4t^3}{3} + \frac{3t^2}{2} + 5t\right]_0^3 = 64.5\ C$$

02. **Solⁿ: (c);** $m = \frac{I^2Rt}{s\Delta\theta} = \frac{2^2 \times 50 \times 100}{4200 \times 100} = 0.0476\ kg = 47.6\ gm$

$\therefore V = 47.6\ mL \approx 48\ mL$

03. **Solⁿ: (d);** $\frac{H_1}{H_2} = \frac{V^2t}{R_1} \times \frac{R_2}{V^2t} = \frac{R_2}{R_1}$

$$= \frac{\rho l_2}{\pi r_2^2} \times \frac{\pi r_1^2}{\rho l_1} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right) \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$= \frac{4l_1}{l_1} \times \left(\frac{2r_2}{r_2}\right)^2 = \frac{4 \times 4}{1} = \frac{16}{1}$$

$\therefore H_1 : H_2 = 16 : 1$

04. **Solⁿ: (b);** $P = \frac{V^2}{R}$

$\frac{\Delta P}{P_1} = 2 \times \frac{\Delta V}{V_1} = 2 \times 2\% = 4\%$

05. **Solⁿ: (d);** $V = I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$

$\Rightarrow I \times R = \frac{I}{2}(R + 120)$

$\therefore R = 120\Omega$

06. **Solⁿ: (b);** $I = \frac{E}{3 + (4||6)} = \frac{12}{3 + \frac{4 \times 6}{10}} = 2.22\ A$

07. **Solⁿ: (d);** $n = \frac{150}{15} = 10$

$\therefore R = (n - 1) \times R_v = (10 - 1) \times 1\ k\Omega$

$= 9\ k\Omega$ শ্রেণিতে **(Ans.)**

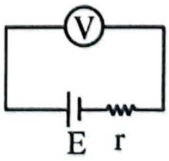
08. **Solⁿ: (b);** $I_P = \frac{9E}{9R + r}$

$\Rightarrow 1.35 = \frac{9 \times 1.5}{9 \times 1 + r} \therefore r = 1\Omega$ **(Ans.)**

09. **Solⁿ: (a);** $V_1 = (60 \times 0.06) = 3.6\ V; n = \frac{240}{3.6} = 66.67$

$\therefore R = (n - 1) \times R_V = (66.67 - 1) \times 60 = 3940\ \Omega$

10. **Solⁿ: (d);** $\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \Delta\theta} = \frac{0.22}{32 \times (100 - 20)} = 8.61 \times 10^{-5} {}^\circ C^{-1}$

11. **Solⁿ: (b);** 

$\frac{V}{E} = \frac{IR}{IR + Ir} = 0.99$

$\Rightarrow IR = 0.99\ IR + 0.99\ Ir$

$\Rightarrow 0.01\ R = 0.99r$

$\Rightarrow R = 99r = 99\Omega.$

13. **Solⁿ: (a);** হুইটস্টোন ব্রিজ; C ও D প্রান্তে বিভব পার্থক্য সমান, তাই C ও D এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট I যাবে না।

$\therefore$ A ও B এর মধ্যে রোধ হবে $= \left(\frac{1}{10+10} + \frac{1}{10+10}\right)^{-1} = 10\ \Omega$

15. **Sol^n: (c);** $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{V^2}{R_1}}{\frac{V^2}{R_2}} = \frac{R_2}{R_1} = 2 : 1$

17. **Sol^n: (a);** $I = \frac{E}{r+R_{eq}} = \frac{2.2}{r+R_1+R_2} = \frac{2.2}{1+4+6} = 0.2\ A$

$\therefore V_1 = IR_1 = (0.2 \times 4) = 0.8\ V$ এবং $V_2 = IR_2$

$= (0.2 \times 6) = 1.2\ V$ **(Ans.)**

18. **Sol^n: (d);** $J = \frac{W}{Q} = \frac{P \times t}{ms\Delta\theta} = \frac{100 \times 7 \times 60}{1 \times 1000 \times 10} = 4.2\ J\ cal^{-1}$

19. **Sol^n: (b);** $R_1 + R_2 = 25$

$4 = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow R_1R_2 = 100$

$\therefore R_1 = 5\ \Omega, R_2 = 20\ \Omega$ (Option Test)

21. **Sol^n: (d);** $H \times 90\% = ms\Delta\theta$

$\Rightarrow m = \frac{\frac{V^2}{R} t \times 0.9}{s \times \Delta\theta} = \frac{10^2 \times 10 \times 60 \times 0.9}{400 \times 4200 \times 10} = 3.21 \times 10^{-3}\ kg$

22. **Sol^n: (a);** টেনে দ্বিগুণ করায় রোধ $= 2^2 \times 15\ \Omega = 60\ \Omega$

সমান দু'ভাগ করলে প্রতিটির রোধ 30 Ω

2টি 30 Ω রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করলে, $R_{eq} = \frac{30}{2} = 15\ \Omega$

23. **Sol^n: (b);** $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

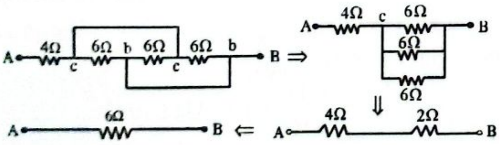
$\Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{6}{R_4}$

$\Rightarrow R_4 = 9\ \Omega$

24. **Sol^n: (c);** $R = \frac{V^2}{P} = \frac{60^2}{120} = 30\ \Omega$

এখন, $60 = \frac{30}{30+R} \times 220 \therefore R = 80\ \Omega$

25. **Sol^n: (c);**



26. **Sol^n: (b);** চার্জিত অবস্থায় ধারকে ডিসি তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। অর্থাৎ, ধারকের সাথে 4 Ω এর মধ্যে দিয়েও তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

এক্ষেত্রে, তুল্যরোধ হবে,

$R_s = (2 + 6) = 8\ \Omega$

$\therefore I = \frac{V}{R_s} = \frac{2}{8} = 0.25\ A$

27. **Sol^n: (a);** $l' = l\left(1 + \frac{100}{100}\right)$

$\Rightarrow \frac{l'}{l} = 2; Al = A'l'$

$\Rightarrow \frac{A}{A'} = \frac{l'}{l} = 2; \frac{R'}{R} = \frac{l'}{l} \times \frac{A}{A'} = 2 \times 2 = 4$

$\therefore \frac{\Delta R}{R} = \frac{R'-R}{R} = \frac{4R-R}{R} \times 100\% = 300\%$

28. **Sol^n: (c);** Cost ∝ P

∴ 30 দিনে বেশি cost হবে

$= \frac{30 \times 6 \times (100-20) \times 2}{1000} = 28.8$ টাকা।

29. **Sol^n: (d);** $L_1 : L_2 : L_3 = 3 : 2 : 1;\ \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$

$\therefore V \propto m$ [এখানে, ρ = ঘনত্ব, V = আয়তন, ρ ধ্রুবক]

বা, $\frac{V}{m} = k$

$\Rightarrow \frac{V_1}{1} = \frac{V_2}{2} = \frac{V_3}{3} = k$

$\Rightarrow \frac{A_1L_1}{1} = \frac{A_2L_2}{2} = \frac{A_3L_3}{3} = k$

$\Rightarrow \frac{A_1 3}{1} = \frac{A_2 2}{2} = \frac{A_3 1}{3}$

$\Rightarrow \frac{A_1}{1} = \frac{A_2}{3} = \frac{A_3}{9} = k$

$\Rightarrow A_1 : A_2 : A_3 = 1 : 3 : 9;\ R \propto \frac{L}{A}$

$\therefore R_1 : R_2 : R_3 = \frac{L_1}{A_1} : \frac{L_2}{A_2} : \frac{L_3}{A_3} = \frac{3}{1} : \frac{2}{3} : \frac{1}{9} = 27 : 6 : 1$

30. **Sol^n: (c);** $3 + 4 + 8 + 7 = 5 + I \ \therefore I = 17\ A$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** 0°C এ রোধ, $R_0 = 5\Omega$

100°C এ রোধ R_{100} এবং

100 Ω এর তুল্যরোধ 5Ω [∵ নিস্পন্দ বিন্দু একই]

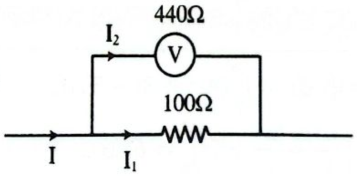
$\therefore \frac{1}{R_{100}} + \frac{1}{100} = \frac{1}{5} \therefore R_{100} = \frac{100}{19}\ \Omega$

আবার, $R_{100} = R_0(1 + 100\,\alpha)$

$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{100} \times \left(\frac{100}{5 \times 19} - 1\right)$

$\therefore \alpha = 5.263 \times 10^{-4}\,{}^{\circ}C^{-1}$ **(Ans.)**

02. **Sol^n:**



$I_2 = \frac{220}{440} = 0.5\ A$

$I_1 = \frac{220}{100} = 2.2\ A$

প্রকৃত প্রবাহ, $I = I_1 + I_2 = 2.7\ A$

∴ প্রকৃত বিভব পার্থক্য,

$V = I \times R = (2.7 \times 100) = 270\ V$ **(Ans.)**

03. **Sol^n:** $P = 2.2\ MW = 2.2 \times 10^6\ W$

(i) লাইন ভোল্টেজ 11 kV হলে, $I = \frac{2.2 \times 10^6}{11 \times 10^3} = 200\ A$

তাপীয় অপচয় $= \frac{I^2R}{P} \times 100\%$

$= \frac{(200)^2 \times 20}{2.2 \times 10^6} \times 100\%$

$= 36.36\%$

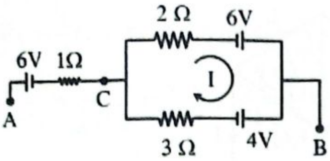
(ii) লাইন ভোল্টেজ 110 kV হলে, $I = \frac{2.2 \times 10^6}{110 \times 10^3} = 20\ A$

তাপীয় অপচয় $= \frac{I^2R}{P} \times 100\% = \frac{(20)^2 \times 20}{2.2 \times 10^6} \times 100\%$

$= 0.3636\%$

∴ লাইন ভোল্টেজ বেশি হলে, শক্তির অপচয় কম।

04. **Sol^n:**



$-2I + 6 - 4 - 3I = 0 \therefore I = 0.4\ A$

$\therefore E_A - 6 - 2I + 6 = E_B$

$\Rightarrow E_{AB} = E_A - E_B = 6 + 2I - 6 = 0.8\ V$

এবং $r_{AB} = 1 + (2||3) = 1 + \frac{2\times3}{2+3} = 2.2\ \Omega$

05. **Sol^n: (i)** $I_1 = \frac{3}{3+6} \times 2 = \frac{3}{9} \times 2 = \frac{2}{3}\ A$

$I_2 = \frac{6}{3+6} \times 2 = \frac{6}{9} \times 2 = \frac{4}{3} A$

$R_{eq} = 6 + (3||6) = 6 + 2 = 8\ \Omega$

$\Rightarrow I = \frac{E}{R_{eq}+r}$

$\Rightarrow 2 = \frac{18}{8+r}$

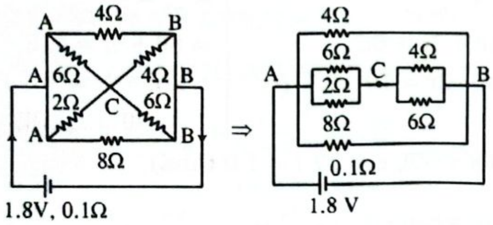
$\Rightarrow 16 + 2r = 18$

$\therefore r = 1\ \Omega$ **(Ans.)**

(ii) চাবি খোলা থাকলে,

$I = \frac{E}{r+R_1+R_3} = \frac{18}{1+6+3} = 1.8\ A$ **(Ans.)**

06. **Sol^n:** বর্তনীটি সরল করে এরূপে আঁকা যায়:



$R_1 = (6||2) + (4||6) = \frac{6\times2}{6+2} + \frac{4\times6}{4+6} = 3.9\ \Omega$

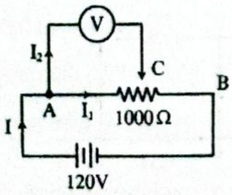
$R_{AB} = (4^{-1} + 8^{-1} + 3.9^{-1})^{-1} = 1.584\ \Omega$

$\therefore I = \frac{E}{R_{AB}+r}$

$= \frac{1.8}{1.584+0.1}$

$= 1.07\ A$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:**



$V_{AC} = 50\ V; R_{AC} = 500\ \Omega$

$I_1 = \frac{V_{AC}}{R_{AC}} = 0.1\ A; V_{BC} = 70\ V$

$I = \frac{V_{CB}}{R_{CB}} = \frac{70}{500} = 0.14\ A$

$\therefore I_2 = I - I_1 = (0.14 - 0.1) = 0.04\ A$

∴ ভোল্টমিটারের রোধ,

$R_V = \frac{V_{AC}}{I_2} = \frac{50}{0.04} = 1250\ \Omega$ **(Ans.)**

08. **Sol^n:** ABCA লুপে, $-2I_1 + 2 - I_1 + 1.5I_2 - 3 = 0$

$\Rightarrow 3I_1 - 1.5I_2 = -1 \ldots\ldots\ldots (i)$

ACDA লুপে, $3 - 1.5I_2 - 4 - 3.5I_3 = 0$

$\Rightarrow 1.5I_2 + 3.5I_3 = -1 \ldots\ldots\ldots (ii)$

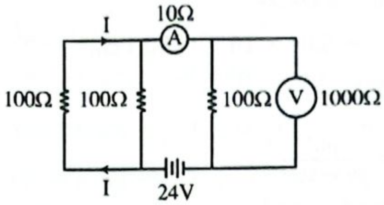
C বিন্দুতে KCL প্রয়োগ করে,

$I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow I_1 + I_2 - I_3 = 0 \ldots\ldots\ldots (iii)$

(i), (ii) ও (iii) সমাধান করলে, $I_1 = -0.321\ A$ [ঋণাত্মক চিহ্ন দিয়ে চিত্রের বিপরীত দিকে প্রবাহ বুঝানো হচ্ছে।]

$I_2 = 0.0247\ A; I_3 = -0.2963\ A$

09. **Sol^n:**



$R_{P_1} = \frac{100}{2} = 50\Omega$

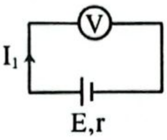
$R_{P_2} = (100^{-1} + 1000^{-1}) = 90.91\Omega$

$I = \frac{E}{R_{P_1}+R_{P_2}+10} = \frac{24}{50+90.91+10} = 0.159\ A$ **(Ans.)**

ভোল্টমিটারের পাঠ, $V = I \times R_{P_2} = (0.159 \times 90.91)$

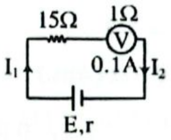
$= 14.458\ V$ **(Ans.)**

10. **Sol^n:**



$I_1 = \frac{2V}{100\Omega} = 0.02\ A$

$E = 2 + 0.02\ r \ldots\ldots\ldots (i)$



$I_2 = 0.1 = \frac{E}{15+1+r}$

$\Rightarrow E = 0.1 \times (16 + r)$

$= 1.6 + 0.1r \ldots\ldots\ldots (ii)$

(i) ও (ii) হতে,

$\Rightarrow 2 + 0.02r = 1.6 + 0.1r \therefore r = 5\Omega$

$\therefore E = 2 + 0.02 \times 5 = 2.1\ V$ **(Ans.)**

11. **Sol^n:** $P = 5\Omega, Q = (8||24) = 6\ \Omega$

বাম দিকের প্রান্তীয় ত্রুটি λ_1 ও ডান দিকের প্রান্তীয় ত্রুটি λ_2 হলে;

প্রথম ক্ষেত্রে, $\frac{5}{6} = \frac{45.2+\lambda_1}{(100-45.2)+\lambda_2} = \frac{45.2+\lambda_1}{54.8+\lambda_2}$

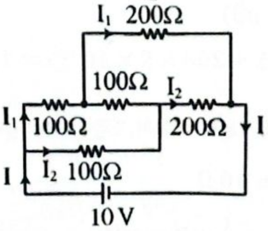
$\Rightarrow 6\lambda_1 - 5\lambda_2 = 2.8 \ldots\ldots\ldots (i)$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $\frac{6}{5} = \frac{55.3+\lambda_1}{(100-55.3)+\lambda_2} = \frac{55.3+\lambda_1}{44.7+\lambda_2}$

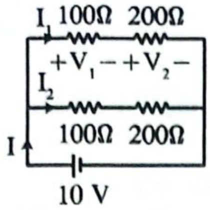
$\therefore 6\lambda_2 - 5\lambda_1 = 8.3 \ldots\ldots\ldots (ii)$

সমাধান করে, $\lambda_1 = 5.3\ cm, \lambda_2 = 5.8\ cm$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** $R_P = (400||400) = \frac{400}{2} = 200\ \Omega$



বর্তনীটি একটি হুইটস্টোন ব্রিজ হয়।



VDR অনুযায়ী, $V_2 = \frac{200}{300} \times 10 = \frac{20}{3}$ V

∴ 400 Ω রোধের দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_2 = 6.6667$ V(**Ans.**)

13. **Solⁿ:** $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.45}{8.93\times10^3}$

$= 5.04 \times 10^{-5} = 50.4\ \text{cm}^3$

$A = \frac{50.4\times10^{-6}}{L} \text{m}^2$

$\therefore R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L^2}{50.4\times10^{-6}}$

$\Rightarrow L^2 = \frac{0.014\times50.4\times10^{-6}}{1.78\times10^{-7}}$

$\therefore L = 1.991\ \text{m} \approx 2\ \text{m}$ (**Ans.**)

$r = \sqrt{\frac{50.4\times10^{-6}}{\pi\times1.991}} = 2.84 \times 10^{-3}\text{m} = 2.84\ \text{mm}$ (**Ans.**)

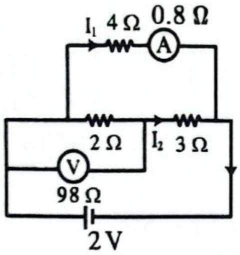
14. **Solⁿ:** অভ্যন্তরীণ রোধ r হলে, $E = I(R + r)$

$\Rightarrow 1.5 = IR + Ir$

$\Rightarrow 1.5 = 1.2 + r$

$\therefore r = 0.3\ \Omega$ (**Ans.**)

15. **Solⁿ:**



$R_P = (2||98) = 1.96\Omega$

$R_{S_1} = (4 + 0.8) = 4.8\ \Omega$

$R_{S_2} = (R_P + 3) = 4.96\ \Omega$

অ্যামিটারের পাঠ, $I_1 = \frac{2}{R_{S_1}} = \frac{2}{4.8} = 0.4167$ A (**Ans.**)

$I_2 = \frac{2}{4.96} = 0.4032$ A

∴ ভোল্টমিটারের পাঠ, $V = I_2 \times R_P = 0.7903$ V (**Ans.**)

16. **Solⁿ:** $R_0 = \frac{\rho_0 \times L}{A} = \frac{6\times10^{-5}\times10}{1\times10^{-4}} = 6\Omega$

$R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$

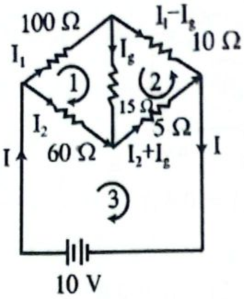
$\Rightarrow R_{200} = 6(1 + 200 \times 5 \times 10^{-3}) = 12\ \Omega$

এখন, ব্রিজ সাম্যাবস্থায় থাকলে, চতুর্থ বাহুর তুল্যরোধ,

$S = \frac{10}{10} \times 10 = 10\ \Omega$

আবার, $\frac{1}{X} + \frac{1}{12} = \frac{1}{10} \therefore X = 60\Omega$

17. **Solⁿ:**



Loop-1: $100\, I_1 + 15\, I_g - 60 I_2 = 0 \dots\dots\dots (i)$

Loop-2: $15\, I_g + 5\, I_2 + 5 I_g - 10 I_1 + 10 I_g = 0$

$\Rightarrow -10\, I_1 + 30\, I_g + 5 I_2 = 0 \dots\dots\dots (ii)$

Loop-3: $60\, I_2 + 5\, I_2 + 5 I_g = 10$

$\Rightarrow 5\, I_g + 65\, I_2 = 10 \dots\dots\dots (iii)$

সমাধান করে, $I_1 = 0.091352$A

$I_g = 4.8721 \times 10^{-3}$A, $I_2 = 0.1535$ A

18. **Solⁿ:** প্রশ্নমতে, $I^2Rt = m_1 s_1\, \Delta\theta + m_2 s_2\, \Delta\theta$

$\Rightarrow 5^2 \times 25 \times t = 0.1 \times 420 \times 10 + 0.5 \times 4200 \times 10$

$\therefore t = 34.272$ s (**Ans.**)

19. **Solⁿ:**

শ্রেণি সংযোগের ক্ষেত্রে,

$I_s = \frac{2E}{R+2r}$

$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{2E}{10+2r}$

$\Rightarrow 10 + 2r = 6E$

$\therefore 6E - 2r = 10 \dots\dots\dots (i)$

সমান্তরাল সংযোগের ক্ষেত্রে,

$I_P = \frac{2E}{2R+r}$

$\Rightarrow \frac{4}{21} = \frac{2E}{20+r}$

$\Rightarrow 80 + 4r = 42E$

$\therefore 42E - 4r = 80 \dots\dots\dots (ii)$

সমাধান করে, $E = 2V, r = 1\ \Omega$ (**Ans.**)

20. **Solⁿ:** আমরা জানি, $J = \frac{W}{Q} = \frac{Vit}{m_1 s_1 \Delta\theta + m_2 s_2 \Delta\theta}$

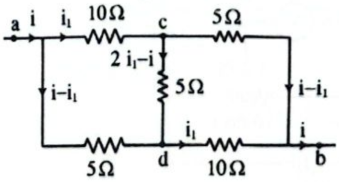
$= \frac{3.39\times2\times30\times60}{350\times1\times8+160\times0.09\times8}$

$= 4.1863\ \text{JCal}^{-1}$ (**Ans.**)

21. **Solⁿ:** এখানে, $V_a - V_b = (V_a - V_c) + (V_c - V_b)$

$= 10i_1 + 5(i - i_1)$

$= 5i + 5i_1 \dots\dots\dots (i)$



আবার, $V_a - V_b = (V_a - V_c) + (V_c - V_d) + (V_d - V_b)$

$= 10i_1 + 5(2\,i_1 - i) + 10i_1$

$= -5i + 30i_1 \dots\dots\dots (ii)$

$(i) \times 6 - (ii)$

$\Rightarrow 5(V_a - V_b) = 35i$

$\Rightarrow V_a - V_b = 7i$

$\therefore \frac{V_a - V_b}{i} = 7\ \Omega\ \left[\because \frac{V}{I} = R\right]$

∴ নির্ণেয় তুল্যরোধ 7 Ω।

22. **Sol^n:** $R_1 = \frac{2}{3}r_1$; $r_2 = \frac{r_1}{2}$; $I_1 = \frac{E}{R_1+r_1} = \frac{E}{\frac{2}{3}r_1+r_1} = \frac{3}{5}.\frac{E}{r_1}$

$I_2 = \frac{E}{R_1+r_2} = \frac{E}{\frac{2}{3}r_1+\frac{r_1}{2}} = \frac{6}{7}.\frac{E}{r_1}$; $\frac{I_2}{I_1} = \frac{10}{7}$ **(Ans.)**

23. **Sol^n:** m → সারি সংখ্যা ; n → প্রতি সারিতে কোষ

$mn = 16 \Rightarrow n = \frac{16}{m}$

সর্বোচ্চ প্রবাহের জন্য,

$mR = nr \Rightarrow m \times 4 = \frac{16}{m} \times 1 \Rightarrow m = 2$

$\therefore n = \frac{16}{2} = 8$

$I_{max} = \frac{mnE}{mR+nr} = \frac{2\times8\times1.5}{2\times4+8\times1} = 1.5A$

24. **Sol^n:** $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{R}{42} = \frac{20}{80}$

$\Rightarrow R = 10.5\Omega$; $R = \rho.\frac{L}{A}$

$\Rightarrow \rho = \frac{RA}{L} = \frac{R\times\pi r^2}{L} = \frac{10.5\times\pi\times(0.2\times10^{-3})^2}{0.314}$

$= 4.2 \times 10^{-6}\Omega m$

25. **Sol^n: (a)** ধরি 12Ω রোধ যুক্ত করার পূর্বের ও পরের প্রবাহমাত্রা যথাক্রমে I_1 ও I_2।

∴ বর্ণনানুযায়ী, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{5}{3}$;

কোষের তড়িচ্চালক শক্তি E হলে, $E = I_1R_1$

$\therefore I_1 = \frac{E}{R_1}$ ……(i) [12Ω যোগ করার পূর্বের রোধ R_1]

অনুরূপভাবে, $I_2 = \frac{E}{R_1+R_2} = \frac{E}{R_1+12}$ ……(ii)

[12Ω যোগ করার পরের রোধ $R_1 + R_2$]

(i) ও (ii) হতে পাই, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1+R_2}{R_1}$ বা, $\frac{5}{3} = \frac{R_1+12}{R_1}$

বা, $5R_1 = 3R_1 + 36$ বা, $2R_1 = 36$ $\therefore R_1 = 18\Omega$

(b) এক্ষেত্রে বর্তনীর প্রবাহ I_3 হলে $I_3 = \frac{I_1}{2}$

$\therefore \frac{I_1}{I_3} = 2$ ……(iii)

বর্তনীর প্রবাহ অর্ধেক হ্রাস করতে হলে, নতুন রোধ যুক্ত করতে হয়।

ধরি নতুন রোধ = R_3

∴ বর্তনীর মোট রোধ = $R_1 + R_2 + R_3$

তড়িচ্চালক শক্তি E হলে, $I_3 = \frac{E}{R_1+R_2+R_3}$ ……(iv)

(iii) ও (iv) হতে $\frac{I_1}{I_3} = \frac{R_1+R_2+R_3}{R_1}$ $\therefore 2 = \frac{18+12+R_1}{18}$

$\therefore R_3 = 6\Omega$

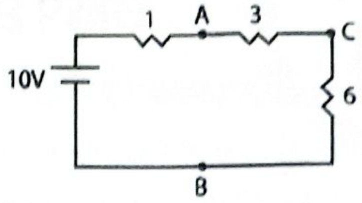
∴ বর্তনীতে 18Ω রোধের সাথে 6Ω রোধ Series এর যুক্ত করতে হবে।

26. **Sol^n:** $\frac{A_2}{A_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{(10^{-4})^2}{(0.1)^2} = 10^{-6}$

$A_1L_1 = A_2L_2 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} = 10^6$

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 10^6 \times 10^6 = 10^{12}$

27. **Sol^n:** $I_c = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt}(VC) = C\frac{dV}{dt}$ ভোল্টেজ স্থির থাকলে, ক্যাপাসিটরে তড়িৎ প্রবাহ 0, অর্থাৎ Open Circuit. DC ভোল্টেজের ক্ষেত্রে ধারকে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।



10μF ধারকের দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য,

$V_{10} = V_{AC} = \frac{3}{1+3+6} \times 10V = 3V$

20μF ধারকের দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য, $V_{20} = V_{AB} = \frac{9}{1+9} \times 10 = 9V$

10μF ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $U_{10} = \frac{1}{2}CV_{10}^2 = 45\mu J$ **(Ans.)**

20μF ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $U_{20} = \frac{1}{2}CV_{20}^2 = 0.81mJ$ **(Ans.)**

28. **Sol^n:** গোলকে আধান জমার হার বা নিট প্রবাহ,

$I_{net} = I_{in} - I_{out} = 1.0000020 - 1.0000000$

$= 2.0 \times 10^{-6}$ A = 2 μA।

গোলকের ধারকত্ব $C = 4\pi\epsilon_0 R = \frac{R}{k}$

$= \frac{0.13}{9\times10^9} \approx 1.444 \times 10^{-11}$ F

বিভব বৃদ্ধি ΔV = 980 V।

প্রয়োজনীয় আধান ΔQ = CΔV।

$\therefore \Delta Q = 1.444 \times 10^{-11} \times 980 \approx 1.415 \times 10^{-8}$ C

∴ সময় $t = \frac{\Delta Q}{I_{net}} = \frac{1.415\times10^{-8}}{2.0\times10^{-6}} \approx 7.075 \times 10^{-3}$ s **(Ans.)**

29. **Sol^n:** t = 0.5 s এ ভোল্টেজ $V = 6 + 4(0.5) - 2(0.5)^2$

$= 7.5$ V

আধান $q = CV = 32 \times 10^{-6} \times 7.5 = 240$ μC।

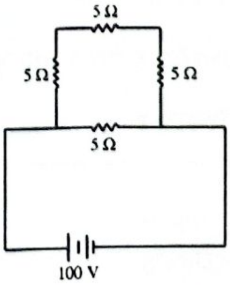
প্রবাহ $I = C\frac{dV}{dt} = C\frac{d}{dt}(6 + 4t - 2t^2) = C(4 - 4t)$

t = 0.5 s এ $I = 32 \times 10^{-6}(4 - 4 \times 0.5) = 64$ μA

ক্ষমতা $P = VI = 7.5 \times 64 \times 10^{-6} = 480$ μW **(Ans.)**

30. **Sol^n:** $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{4.8\times10^{-8}\times80}{19.2\times10^{-8}} = 20\ \Omega$

$R_{eq} = \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{15}\right)^{-1} = 3.75\ \Omega$



$\therefore E = \frac{V^2}{R_{eq}} \times t = \left(\frac{100^2}{3.75} \times 2 \times 3600\right)$ J

$= 1.92 \times 10^7$ J

$= \frac{1.92\times10^7}{3.6\times10^6}$ kWh

$= \frac{16}{3}$ kWh **(Ans.)**

অধ্যায়
০৪
তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

টপিক অ্যানালাইসিস

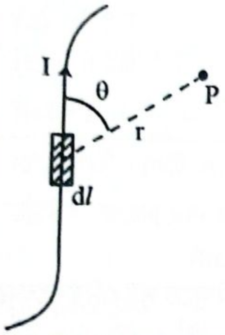
➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব/ চৌম্বকক্ষেত্র	10	05	BUET'13-14, 09-10 KUET'10-11; RUET'13-14, 10-11; BUTEX'16-17, 15-16, 13-14; SUST'25-26	BUET'19-20, 17-18, 10-11; KUET'03-04 RUET'09-10
✪✪✪	**T-02:** চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর বল	09	08	BUET'13-14; KUET'17-18, 16-17, 12-13; CUET'10-11 SUST'25-26, 19-20, 17-18, 10-11	BUET'12-13, 06-07, 00-01; CUET'03-04 BUTEX'25-26, 19-20, 18-19, 03-04
✪	**T-03:** হল বিভব	01	03	KUET'14-15	BUET'18-19, 16-17, 03-04
✪	**T-04:** লরেঞ্জ বল	4	-	CUET'13-14 SUST'25-26, 16-17	-
✪✪	**T-05:** চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত তড়িৎবাহী তারের উপর প্রযুক্ত বল	3	2	BUTEX'15-16 SUST'15-16, 12-13	RUET'03-04 CUET'04-05
✪	**T-06:** চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক	2	2	KUET'18-19, 16-17	RUET'18-19, 04-05
✪	**T-07:** ইলেকট্রনের গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র	2	2	BUET'11-12 KUET'15-16	BUET'16-17 BUTEX'02-03
✪✪	**T-08:** ভূ-চৌম্বকত্ব	7	2	BUET'13-14 KUET'16-17, 13-14 RUET'14-15, 13-14 BUTEX'14-15, 13-14	BUTEX'08-09,05-06
✪	**T-09:** চুম্বক ও চৌম্বক পদার্থ	3	-	BUET'12-13, 11-12 CUET'10-11	-

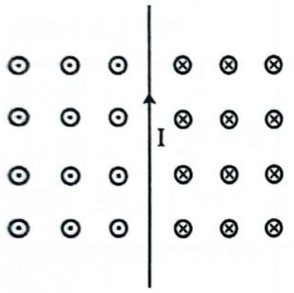
T-01: চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব/ চৌম্বকক্ষেত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

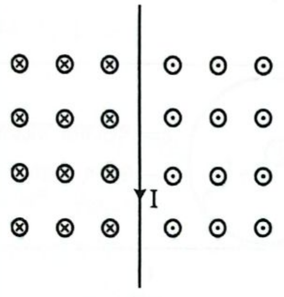
- বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র:

	তড়িৎবাহী তারের মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারের ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য dl থেকে r দূরত্বে P বিন্দুতে সৃষ্ট ক্ষুদ্র চৌম্বকক্ষেত্রের মান $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{Idl \sin\theta}{r^2}$ যেখানে, μ_0 = শূন্যস্থানে চৌম্বক প্রবেশ্যতা $= 4\pi \times 10^{-7} \text{TmA}^{-1}$ $\theta = d\vec{l}$ ও $\vec{r}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $d\vec{l}$ এর দিক তড়িৎ প্রবাহের দিকে

তড়িৎবাহী তারের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র $(\vec{B})$ এর দিক নির্ণয়ের সহজ পদ্ধতি "তারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তড়িতের দিকে হাঁটলে হাতের ডান দিকে ⊗ এবং বামদিকে ⊙।"



তড়িৎবাহী তার



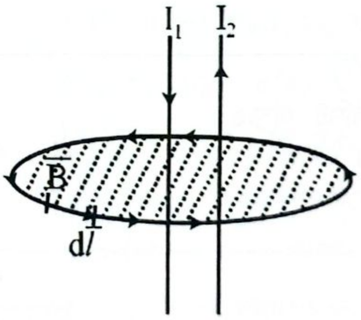
তড়িৎবাহী তার

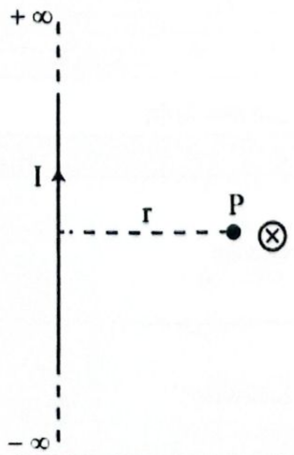
⊗→ চৌম্বকক্ষেত্রের দিক তলের লম্ব বরাবর নিচের দিকে বোঝায়।

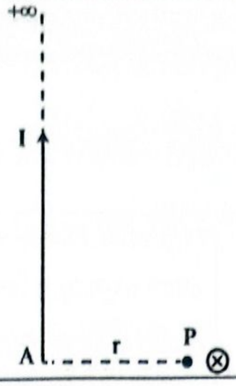
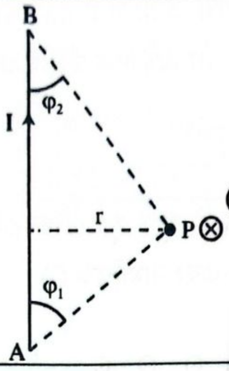
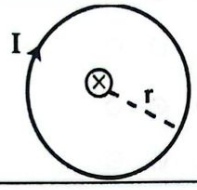
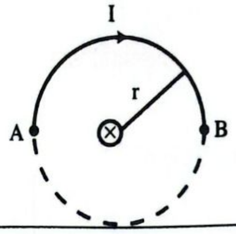
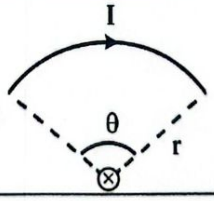
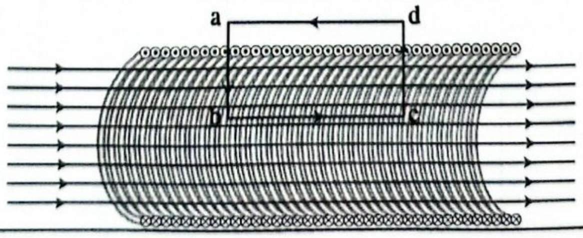
⊙→ চৌম্বকক্ষেত্রের দিক তলের লম্ব বরাবর উপরের দিকে।

- অ্যাম্পিয়ারের সূত্র:

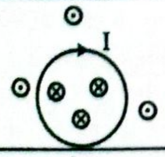
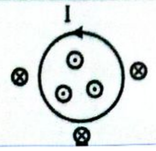
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (I_2 - I_1)$$



Case	Figure	সূত্র
Casc-01: উভয় পাশে অসীমে বিস্তৃত তড়িৎবাহী তারের জন্য কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র:		P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Case-02: যে কোনো একদিকে অসীমে বিস্তৃত তড়িৎবাহী তারের জন্য কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র		P বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}$
Case-03: সসীম তারের জন্য কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র	 (AB তড়িৎবাহী তার)	P বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2)$
Case-04: পূর্ণ বৃত্তাকার n পাকবিশিষ্ট তড়িৎবাহী তারের কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র	 r= বৃত্তাকার তারের ব্যাসার্ধ I= তড়িৎ প্রবাহ	$B = \frac{\mu_0 n I}{2r}$
Case-05: n পাকবিশিষ্ট অর্ধবৃত্তাকার তারের জন্য কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র:		$B = \frac{\mu_0 n I}{4r}$
Case-06: n পাকবিশিষ্ট খন্ডিত বৃত্তাকার তারের জন্য কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র:		$B = \frac{\mu_0 n I}{2r} \times \frac{\theta}{360°}$
Case-07: তড়িৎবাহী সলিনয়েডের কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র:		$B = \mu_0 n I$ n = একক দৈর্ঘ্যে পাক সংখ্যা I = তড়িৎ প্রবাহ

বৃত্তাকার তড়িৎবাহী তার এর জন্য চৌম্বকক্ষেত্রের দিক নির্ণয়:

Figure	তড়িৎ প্রবাহের দিক	তারের অভ্যন্তরে চৌম্বকক্ষেত্র	তারের বাইরে চৌম্বকক্ষেত্র
	clockwise	⊗	⊙
	anticlockwise	⊙	⊗

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুশন

01. একটি বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনে 40 A তড়িৎ প্রবাহিত হলে, সরবরাহ লাইনের 1.0 m নিচে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? **[SUST'25-26; BUTEX'16-17, 15-16]**

(a) 10^{-5} T (b) 8×10^{-6} T
(c) 4×10^{-5} T (d) 1.5×10^{-4} T

Solⁿ: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40}{2\pi \times 1} = 8 \times 10^{-6}T$ ⓑ

02. তড়িৎবাহী একটি লম্ব তারের a লম্বদূরত্বে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? **[BUTEX'16-17, 13-14; RUET'10-11]**

(a) $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi}$ (b) $B = \frac{\mu_0 i^2}{2\pi}$
(c) $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$ (d) $B = \frac{\mu_0 \pi}{2a}$ ⓒ

03. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রটি নিচের কোন সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়? **[BUET'13-14]**

(a) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$ (b) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin\theta}{r^2}$
(c) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$ (d) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{r^2}$ ⓐ

04. তড়িৎ প্রবাহ I বহন করা L দৈর্ঘ্যের একটি তারকে বৃত্তাকার করা হলো। এই বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত? **[RUET'13-14; BUET'09-10]**

(a) $\frac{\mu_0 I}{\pi L}$ (b) $\frac{\mu_0 I}{2\pi L}$ (c) $\frac{\mu_0 I}{2L}$ (d) $\frac{\pi \mu_0 I}{L}$
(e) None ⓓ

Solⁿ: $2\pi r = L$

$\therefore r = \frac{L}{2\pi}$; $B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{\mu_0 I}{2 \times \frac{L}{2\pi}} = \frac{\pi \mu_0 I}{L}$

05. একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাস 30 cm এবং পাক সংখ্যা 50। কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহ চললে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে 150 μT এর চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হবে? **[KUET'10-11]**

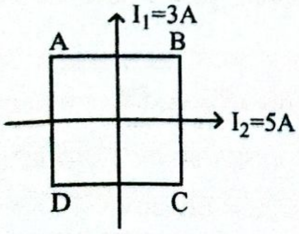
(a) 0.72A (b) 0.64A
(c) 0.72mA (d) 0.64mA (e) 7.2A ⓐ

Solⁿ: $B = \frac{\mu_0 n I}{2r}$

$\Rightarrow 150 \times 10^{-6} \times 2 \times \frac{15}{100}$

$= 50 \times 4\pi \times 10^{-7} \times I \therefore I = 0.71619A$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুশন

01. 

ABCD একটি বর্গক্ষেত্র যার কর্ণের দৈর্ঘ্য $10\sqrt{2}$ cm। B ও D বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান ও দিক নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

Solⁿ: $AB = BC = 2a$ হলে, $AB\sqrt{2} = 10\sqrt{2}$

$\Rightarrow \frac{AB}{2} = a = 5cm = 0.05m$

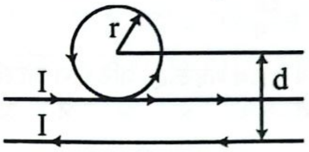
B বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র $= \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} = \frac{\mu_0}{2\pi a}(I_2 - I_1)$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2 \times \pi \times 0.05}(5-3)T \odot$

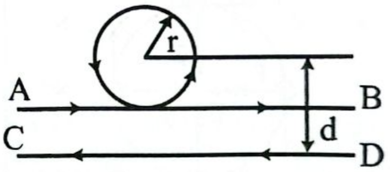
$= 8 \times 10^{-6}$ T ⊙ (কাগজের তলের লম্ব বরাবর উপরের দিকে)

অনুরূপভাবে, D বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র $= 8 \times 10^{-6}$ T ⊗ (কাগজের তলের লম্ব বরাবর নিচের দিকে)

02. একটি লম্বা পরিবাহী তারে, $r = 0.15m$ ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী তৈরি করে উহার বাকি অংশ সোজা রাখা হল। অন্য একটি লম্বা পরিবাহী উক্ত কুণ্ডলীর কেন্দ্র হতে $d = 0.25m$ দূরে সমান্তরালে থেকে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ চিত্রের ন্যায় বিপরীত দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। কুণ্ডলীর কেন্দ্রে 4.72 μT চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করতে প্রতিটি পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ কত হবে?$[\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TmA^{-1}]$ **[BUET'17-18]**



Solⁿ:



কুণ্ডলীর কারণে চৌম্বকক্ষেত্র, $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2r}$; দিক কাগজ তলের সাথে লম্বভাবে উপরের দিকে ⊙

AB তারের কারণে চৌম্বকক্ষেত্র, $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

দিক কাগজ তলের সাথে লম্বভাবে উপরের দিকে ⊙

CD তারের কারণে চৌম্বকক্ষেত্র, $B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$

দিক কাগজ তলের সাথে লম্বভাবে নিচের দিকে ⊗

সুতরাং নীট চৌম্বকক্ষেত্র, $B = B_1 + B_2 - B_3$

$\Rightarrow 4.72 \times 10^{-6} = \frac{\mu_0 I}{2r} + \frac{\mu_0 I}{2\pi r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$

$\Rightarrow 4.72 \times 10^{-6} = \frac{4 \times \pi \times 10^{-7} \times I}{2}\left(\frac{1}{0.15} + \frac{1}{\pi \times 0.15} - \frac{1}{\pi \times 0.25}\right)$

$\Rightarrow I = 1A$ **(Ans.)**

03. 250 পাক সংখ্যা বিশিষ্ট বৃত্তাকার কয়েলের ব্যাসার্ধ 5 cm. যদি কয়েলটিতে বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাণ 20 A হয় তাহলে কয়েলের কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত? **[BUET'10-11]**

Solⁿ: $B = \frac{\mu_0 n I}{2r}$

$\Rightarrow B = 250 \times 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{20}{(2 \times 0.05)}$

$\Rightarrow B = 0.0628$ T **(Ans.)**

04. একটি বৃত্তাকার কুন্ডলীর পাক সংখ্যা 40 এবং ব্যাস 320 mm। কুন্ডলীতে কত মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে $300\mu Wb/m^2$ বা (μT) চৌম্বক প্রাবল্য সৃষ্টি হবে? **[RUET'09-10]**

Solⁿ: আমরা জানি, $B = \frac{\mu_0 nI}{2r}$

বা, $300 \times 10^{-6} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40 \times I}{320 \times 10^{-3}}$

$\therefore I = 1.9098$ A **(Ans.)**

05. একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 40cm। এর মধ্যে দিয়ে 6A তড়িৎ প্রবাহ চললে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে 3.415×10^{-3} T এর চুম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। কুন্ডলীর পাক সংখ্যা কত? **[KUET'03-04]**

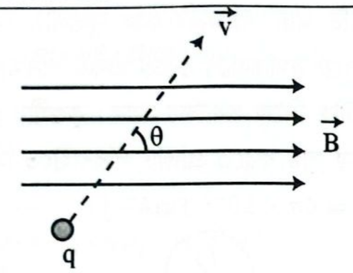
Solⁿ: $B = \frac{\mu_0 nI}{2r}$

$\Rightarrow n = \frac{B \times 2r}{\mu_0 I} = \frac{3.415 \times 10^{-3} \times 2 \times 0.4}{4\pi \times 10^{-7} \times 6}$

$= 362.34 \approx 362$ turns **(Ans.)**

T-02: চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর বল

কনসেপ্ট রিভিউ

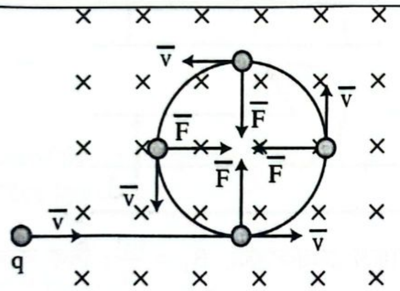


$\vec{v}$ বেগে গতিশীল q চার্জের উপর চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ এর প্রভাবে প্রযুক্ত চৌম্বক বল

$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$F = qvB\sin\theta$; যেখানে $\theta = \vec{v}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

◆ **চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে গতিশীল চার্জের গতি:**



চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ তলের সাথে লম্ব বরাবর এবং অনুভূমিক বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্বদিকে v বেগে নিক্ষিপ্ত q চার্জ বৃত্তাকার গতি প্রদর্শন করে। এক্ষেত্রে, চার্জের উপর কার্যকর চৌম্বক বল ($F = qvB\sin\theta$) কেন্দ্রমুখী বল $\left(F_c = \frac{mv^2}{r}\right)$ এর যোগান দেয়।

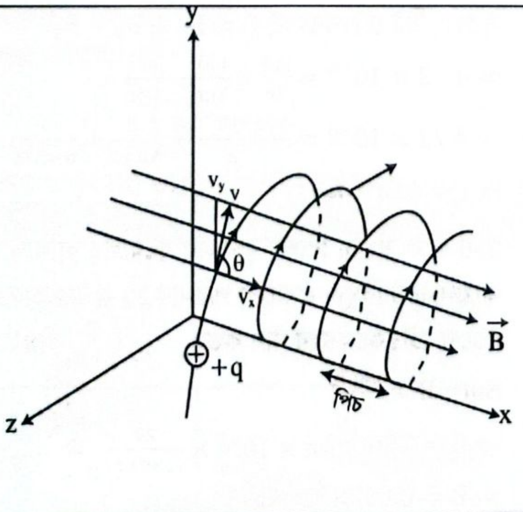
$\therefore F = F_c \Rightarrow qvB\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow qvB \times \sin 90° = \frac{mv^2}{r}$ [$\theta = \vec{v}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $= 90°$]

$\Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow qBr = mv \therefore \boxed{r = \frac{mv}{qB}}$

যেখানে, m = q চার্জে চার্জিত বস্তুর ভর

◆ **চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে আনতভাবে নিক্ষিপ্ত চার্জের গতি:**



এক্ষেত্রে, চৌম্বকক্ষেত্র B এর সঙ্গে θ কোণে v বেগে নিক্ষিপ্ত q চার্জ এর বেগের চৌম্বকক্ষেত্র বরাবর উপাংশ ($v_x = v\cos\theta$) চার্জকে সামনের দিকে গতিশীল করে ও বেগের চৌম্বকক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশ ($v_y = v\cos\theta$) চার্জকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল করে। ফলশ্রুতিতে, চার্জটি বৃত্তাকার পথে ঘুরতে ঘুরতে সামনের দিকে অগ্রসর হয় এবং সর্পিলাকার পথ অনুসরণ করে। এক্ষেত্রে, বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{mv_y}{qB} = \frac{mv\sin\theta}{qB}$

পিচ, $P = v\cos\theta \times T = v\cos\theta \times \frac{2\pi r}{v\sin\theta} = \frac{2\pi r}{\tan\theta}$

B চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে θ কোণে v বেগে চলমান l দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $E = Blv\sin\theta$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুশন

01. কোন চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B}$ এর মধ্য দিয়ে $\vec{v}$ বেগে একটি আধান q চলমান থাকলে, উক্ত ক্ষেত্র কর্তৃক আধানটির কোন কাজ (dW) সম্পন্ন হয় না কারণ dW সমান- [SUST'25-26]

(a) $q(\vec{v}\times\vec{B})\cdot\vec{v}dt$ (b) $q(\vec{v}\times\vec{B})\times\vec{B}dt$
(c) $q(\vec{v}\cdot\vec{B})\vec{v}dt$ (d) $q(\vec{v}\cdot\vec{B})\vec{B}dt$ ⓐ

Solⁿ: বল, $\vec{F}=q(\vec{v}\times\vec{B})$

সরণ, $d\vec{s}=\vec{v}dt$

∴ কাজ, $dW=\vec{F}\cdot d\vec{s}=q(\vec{v}\times\vec{B})\cdot\vec{v}dt$

02. কোন স্থানে পশ্চিমমুখী চৌম্বকক্ষেত্রের মান 4T। ঐ স্থানে একটি ইলেকট্রনকে $2\times10^6\text{ms}^{-1}$ বেগে উত্তর দিকে গতিশীল রাখতে হলে তার উপর কত তড়িৎ প্রাবল্য (NC^{-1}) আরোপ করতে হবে? [SUST'19-20]

(a) 8×10^6, নিম্নমুখী (b) 4×10^6, ঊর্ধ্বমুখী
(c) 8×10^6, ঊর্ধ্বমুখী (d) 8×10^6, দক্ষিণমুখী
(e) 8×10^6, পূর্বমুখী ⓐ

Solⁿ: $q\vec{E}=q\vec{v}\times\vec{B}$ ∴ $\vec{E}=\vec{v}\times\vec{B}$

∴ $E=vB\sin90^\circ$

$=4\times2\times10^6=8\times10^6\text{NC}^{-1}$

$\vec{v}\times\vec{B}$ এর দিক উপরের দিকে, তাই উত্তর দিক বরাবর সমবেগে গতিশীল থাকতে হলে তড়িৎক্ষেত্র অবশ্যই নিচের দিকে হতে হবে।

03. একটি 6MeV প্রোটন খাড়া নিচের দিকে এমন একটি স্থানে গতিশীল যেখানে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র B আনুভূমিক বরাবর দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে বিদ্যমান। B এর মান 1.5T। প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। প্রোটনের ভর এবং আধান যথাক্রমে 1.7×10^{-27}kg এবং 1.6×10^{-19}C। [KUET'17-18, 12-13]

(a) 8.06×10^{-12}N (b) 7.4×10^{-12}N
(c) 9.1×10^{-8}J (d) 4.65×10^{-12}J
(e) 5.04×10^{-12}N ⓐ

Solⁿ: $F=qvB$

$=q\sqrt{\frac{2E_k}{m}}\times B$

$=1.6\times10^{-19}\times\sqrt{\frac{2\times6\times10^6\times1.6\times10^{-19}}{1.7\times10^{-27}}}\times1.5$

$=8.06\times10^{-12}$N

04. সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে গতিশীল কোন বিন্দু চার্জের বেলায় কোনটি সত্য? [SUST'17-18]

(a) প্রযুক্ত চৌম্বকবল সর্বনিম্ন
(b) চৌম্বকবল কৃত কাজ ধনাত্মক
(c) চার্জের গতির দিক অপরিবর্তিত
(d) চৌম্বকবল কৃত কাজ ঋণাত্মক
(e) চৌম্বকবল কর্তৃক কৃত কাজ শূন্য ⓔ

Solⁿ: বিন্দু চার্জটি বৃত্তাকার পথে আবর্তিত হবে তাই কৃতকাজ শূন্য।

05. চৌম্বকক্ষেত্রে x অক্ষ বরাবর 3 μC আধানের একটি বস্তু $2\times10^6\text{ms}^{-1}$ বেগে চলছে। চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}=(0.20\hat{j}-0.40\hat{k})$T হলে আধানটির উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল কত? [KUET'16-17]

(a) $(1.2\hat{k}+2.4\hat{j})$N (b) $(0.8\hat{k}-1.6\hat{j})$N
(c) $(-1.2\hat{k}+2.4\hat{j})$N (d) $(0.8\hat{k}+1.6\hat{j})$N
(e) $(-1.2\hat{i}-2.4\hat{j})$N ⓐ

Solⁿ: $\vec{v}=(2\times10^6\hat{i})\text{ms}^{-1}$

$\vec{B}=(0.2\hat{j}-0.4\hat{k})$T, $q=3\mu$C

∴ $\vec{F}=q(\vec{v}\times\vec{B})=(2.4\hat{j}+1.2\hat{k})$N

06. B মানের একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের বলরেখার সমান্তরাল বেগ v চলমান একটি চার্জ e এর উপর ক্রিয়াশীল বল হল- [BUET'13-14]

(a) 3ev (b) 0 (zero)
(c) ev/B (d) e/Bv ⓑ

Solⁿ: $F=qvB\sin0^\circ=0$N

07. 2.0 m দীর্ঘ একটি লম্বা তারকে একটি 180 μT চৌম্বক প্রাবল্যের চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে সমকোণে 30 ms^{-1} বেগে সরানো হলে। তার বিদ্যুৎ চালক বল পাওয়া যাবে? [CUET'10-11]

(a) 180mV (b) 10.8 mV
(c) 3 mV (d) None of these ⓑ

Solⁿ: $E=Blv\sin\theta$

$=180\times10^{-6}\times2\times30\times\sin90^\circ$

$=0.0108\text{V}=10.8\text{mV}$ **(Ans.)**

08. $3.1\times10^7\ \text{ms}^{-1}$ বেগে ধাবমান একটি প্রোটনের গতিপথের দিকে 1.5T মানের চৌম্বকক্ষেত্র এবং গতিপথের দিকে সাথে লম্বভাবে $1.2\times10^4\ \text{NC}^{-1}$ তড়িৎক্ষেত্র প্রয়োগ করা হলে প্রোটনের ওপর প্রযুক্ত বল কত? (প্রোটনের চার্জ 1.6×10^{-19} C) [SUST'10-11]

(a) 1.92×10^{-15} N (b) 7.4×10^{-12} N
(c) 7.4×10^{-16} N (d) 0N ⓐ

Solⁿ: $F_m=qvB\sin\theta=qvB\sin0^\circ=0$

$F_e=qE=1.6\times10^{-19}\times1.2\times10^4$

$=1.92\times10^{-15}$N

∴ $F=F_m+F_e=1.92\times10^{-15}$N

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

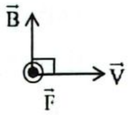
01. 8 MeV শক্তি সম্পন্ন একটি প্রোটন 5.0 Tesla সমচৌম্বকক্ষেত্রে সমকোণে প্রবেশ করে। প্রোটনের উপর কার্যকর চৌম্বক বল নির্ণয় করো। [প্রোটনের ভর $= 1.6 \times 10^{-27}$ kg এবং আধান $= 1.6 \times 10^{-19}$C] **[BUTEX'25-26]**

Sol^n: $F = qvB\sin\theta = qB\sin\theta \times \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times \sin 90° \times \sqrt{\frac{2\times8\times1.6\times10^{-13}}{1.6\times10^{-27}}}$

$= 3.2 \times 10^{-11}$ N **(Ans.)**

02. 0.5 tesla সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে 60° কোণে একটা ইলেকট্রন $10^5 ms^{-1}$ বেগে চলতে থাকলে ইলেকট্রনটির উপর ক্রিয়াশীল বল কত? **[BUTEX'19-20]**



Sol^n: $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$\Rightarrow |\vec{F}| = qvB\sin\theta$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 10^5 \times 0.5 \times \sin 60^o$

$= 6.9282 \times 10^{-15}$N

03. 10×10^{-4}T মানের একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে একটি ইলেকট্রন 1cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে সর্বোচ্চ কত ভরবেগে ঘুরবে? **[BUTEX'18-19]**

Sol^n: আমরা জানি, $Bvq = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow mv = Brq$

$= 10 \times 10^{-4} \times 1 \times 10^{-2} \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 1.6 \times 10^{-24} kg\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

04. একটি 5 MeV প্রোটন খাড়া নিচের দিকে এমন একটি স্থানে গতিশীল যেখানে চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ আনুভূমিক বরাবর দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে বিদ্যমান। $\vec{B}$ এর মান 1.5 T হলে প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। প্রোটনের ভর এবং আধান যথাক্রমে 1.7×10^{-27} kg এবং 1.6×10^{-19} C। **[BUET'12-13, 06-07]**

Sol^n: $E_k = 5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$J

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times 10^{-13}$

$\Rightarrow v = \left(\sqrt{\frac{2\times8\times10^{-13}}{1.7\times10^{-27}}}\right) ms^{-1} = 30.678 \times 10^6\ ms^{-1}$

$F = qvB\sin 90°$

$= (1.6 \times 10^{-19} \times 30.678 \times 10^6 \times 1.5)$N

$= 7.3628 \times 10^{-12}$N **(Ans.)**

05. 2.5A তড়িৎ প্রবাহবাহী একটি লম্বা সোজা তার থেকে 200 mm দূরে অবস্থিত একটি ইলেকট্রনের আধান 1.6×10^{-19} C। ইলেকট্রনটি তারের সমান্তরালে এবং প্রবাহের বিপরীতে $3 \times 10^5\ ms^{-1}$ বেগে চলতে থাকলে এর উপর তড়িৎচুম্বকীয় বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[CUET'03-04]**

Sol^n: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times2.5}{2\times3.14\times0.2} = 2.5 \times 10^{-6}$T

আবার, $F = qvB\sin\theta$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^5 \times 2.5 \times 10^{-6} \sin 90°$

$= 1.2 \times 10^{-19}$ N **(Ans.)**

06. 0.3T সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে একটি ইলেকট্রন $10^6 ms^{-1}$ বেগে গতিশীল। বেগের অভিমুখ চৌম্বকক্ষেত্রের লম্বের সমান্তরাল। ইলেকট্রনের উপর প্রযুক্ত বল নির্ণয় কর। **[BUTEX'03-04]**

Sol^n: ইলেকট্রনের উপর প্রযুক্ত বল,

$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \therefore F = qvB\sin\theta$

$\therefore F = 1.60 \times 10^{-19} \times 10^6 \times 0.3 \times \sin 90°$

$= 4.8 \times 10^{-14}$ N **(Ans.)**

07. $5.0 \times 10^7 ms^{-1}$ বেগে একটি ইলেকট্রন 0.5T চৌম্বক আবেশের চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে প্রবেশ করে।
(i) ইলেকট্রনটির উপরে ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান কত?
(ii) ইলেকট্রনটি যে বৃত্তাকার পথে ঘুরবে তার ব্যাসার্ধ কত?
[ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31} kg, ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$ C] **[BUET'00-01]**

Sol^n: এখানে, $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $v = 5.0 \times 10^7\ ms^{-1}$, $B = 0.5T$, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

(i) ক্রিয়াশীল চৌম্বক, $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

$\Rightarrow F = qvB\sin 90°\ [\because \vec{v} \perp \vec{B}]$

$\therefore F = 1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 \times 10^7 \times 0.5$

$= 4 \times 10^{-12}$ N **(Ans.)**

(ii) বৃত্তাকার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{mv}{Bq} = \frac{9.1\times10^{-31}\times5\times10^7}{0.5\times1.6\times10^{-19}}$

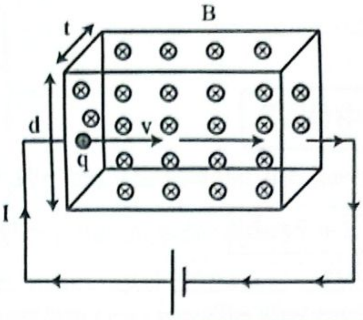
$= 5.6875 \times 10^{-4}$ m **(Ans.)**

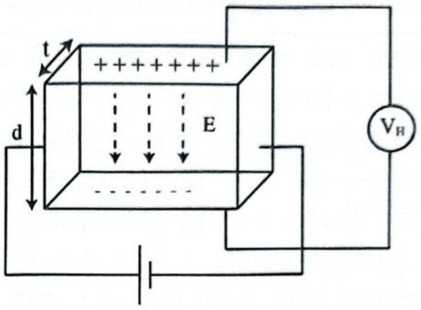
T-03: হল বিভব

কনসেপ্ট রিভিউ

d প্রস্থের এবং t পুরুত্বের একটি পাতলা পাত সদৃশ পরিবাহকের মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হলে, তলের সাথে লম্বভাবে প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের (B) উপস্থিতিতে পরিবাহকটির উপরিতলে ধনাত্মক চার্জ ও নিচের তলে ঋণাত্মক চার্জ জমা হয়।

উভয়তলের মধ্যে সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র E এবং উভয়তলের মধ্যে সৃষ্ট হল বিভব V_H।





এক্ষেত্রে,

সাম্যবস্থায় গতিশীল চার্জের উপর, চৌম্বক বল = তড়িৎ বল

$\Rightarrow qvB = qE$

$\Rightarrow vB = E$

$\Rightarrow vB = \frac{V_H}{d}$

$\therefore \boxed{V_H = vBd}$

যদি, একক আয়তনে আধান বাহকের সংখ্যা $= n$ হয় এবং এরা পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ $(A = d \times t)$ দিয়ে প্রবাহিত হয়ে তড়িৎ প্রবাহ I তৈরি করে, $I = nAvq$

$\Rightarrow I = nAq\left(\frac{V_H}{Bd}\right)$

$\Rightarrow I = n(d \times t)q \times \left(\frac{V_H}{Bd}\right)$

$\Rightarrow I = \frac{ntqV_H}{B} \therefore \boxed{n = \frac{BI}{V_H tq}}$ এবং, $V_H = \frac{BI}{nt_q}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি ধাতব পাতের প্রস্থ 2cm এবং পুরুত্ব 0.4cm। পাত ধারণকারী তলের লম্ব বরাবর একটি চৌম্বকক্ষেত্রে পাতটিকে রাখলে 50μV বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি করে। হল তড়িৎক্ষেত্রের মান কত? **[KUET'14-15]**

(a) 50μV/m (b) 50×10^{-6}μV/m

(c) 2.5×10^{-3}V/m (d) 2×10^{-3}V/m

(e) 2.5×10^{-3}μV/m ⓒ

Sol^n: $V = Ed \Rightarrow 50\mu = E \times 0.02$

$\Rightarrow E = 2.5 \times 10^{-3} Vm^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি কন্ডেনসারের দুটি সমান্তরাল প্লেটের মধ্যে 600 ভোল্টের বিভব দেয়া হল। প্লেট দুটির মধ্যে দূরত্ব 3 mm। $2 \times 10^6\ ms^{-1}$ বেগে একটি ইলেকট্রন উলম্বভাবে প্লেট দুটির মধ্যে ছোঁড়া হল এবং তা কোনো দিক পরিবর্তন না করে চলতে লাগলো। edge effect কে উপেক্ষা করে কন্ডেনসারের দুটি সমান্তরাল প্লেটের ভিতর চৌম্বকক্ষেত্রের মান ও দিক নির্ণয় কর। [ইলেকট্রনের চার্জ 1.6×10^{-19} Coulomb] **[BUET'18-19]**

Sol^n: $F_e = F_m$

$\Rightarrow eE = evB$

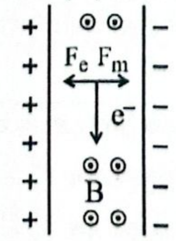
$\Rightarrow e\frac{V}{d} = evB$

$\Rightarrow B = \frac{V}{vd}$

$= \frac{600\ V}{2\times10^6\ ms^{-1} \times \frac{3}{1000}\ m}$

$= 0.1\ T$ (Ans.)

B এর দিক চিত্রে পৃষ্ঠের বাইরে পাঠকের দিকে।



02. $1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি সিলভারের তার দিয়ে 1.5A বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হল এবং এই তারের লম্বভাবে 0.1 Tesla মাত্রার চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করা হল। এই তারে আবেশিত Hall ভোল্টেজ নির্ণয় কর। [দেয়া আছে, 1 Tesla = 10^4 Oersted এবং সিলভারের মুক্ত ইলেকট্রন ঘনত্ব $= 5.85 \times 10^{28}$ per m^3] **[BUET'16-17]**

Sol^n: সাম্যাবস্থায়, $qE = qvB \Rightarrow \frac{V_H}{d} = vB$

$\therefore V_H = vBd$ [d = তারের ব্যাস]

আবার, $I = nAvq = nA\left(\frac{V_H}{Bd}\right)q$

$\Rightarrow I = \frac{n(\pi r^2)V_H q}{B\times2r} = \frac{n\pi r V_H q}{2B}$

$$\left[A = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{10^{-6}}{\pi}} = 5.642 \times 10^{-4} m\right]$$

$\Rightarrow V_H = \frac{2BI}{n\pi rq} = \frac{2\times0.1\times1.5}{5.85\times10^{28}\times\pi\times5.642\times10^{-4}\times1.6\times10^{-19}}$

$= 1.808 \times 10^{-8} V$ **(Ans.)**

03. 2.0 cm চওড়া এবং 1.0 mm পুরু একটি তামার পাতকে একটি চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা হলো। চৌম্বকক্ষেত্রে প্রাবল্য B = 1.5 Wbm^{-2}। পাতটির ভিতর দিয়ে 200 ampere বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে পাতটিতে কত Hall বিভব, V_H পাওয়া যাবে? চৌম্বকক্ষেত্রে প্রাবল্যের দিক পাতটির তলের সাথে 90° কোণ করে। [প্রতি একক আয়তনে তামার পরিবাহী ইলেকট্রনের সংখ্যা, $n = 8.4 \times 10^{28}$ electrons cm^{-3}] **[BUET'03-04]**

Sol^n: $V_H = \frac{BI}{ntq} = \frac{1.5\times200}{8.4\times10^{34}\times1\times10^{-3}\times1.6\times10^{-19}}$

$= 2.23 \times 10^{-11} V$ **(Ans.)**

T-04: লরেঞ্জ বল

কনসেপ্ট রিভিউ

$\vec{E}$ তড়িৎক্ষেত্রে ও $\vec{B}$ চৌম্বকক্ষেত্রে $\vec{v}$ বেগে গতিশীল q চার্জের উপর প্রযুক্ত লব্ধি বল/লরেঞ্জ বল, $\vec{F}$ = তড়িৎ বল + চৌম্বক বল

$$\boxed{\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন স্থানে একই সময়ে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E}$ ও একটি চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ বিদ্যমান। ঐ স্থানে $\vec{v}$ বেগে চলমান আধান q কী বল অনুভব করবে? **[SUST'25-26]**

(a) $q(\vec{E} + \vec{v} \cdot \vec{B})$ (b) $q(\vec{B} + \vec{E} \cdot \vec{v})$
(c) $q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ (d) $q(\vec{B} + \vec{v} \times \vec{E})$ ⓒ

02. একটি ইলেকট্রন $640 NC^{-1}$ বিদ্যুৎক্ষেত্র এবং 1.2T চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে $4.0 \times 10^4 ms^{-1}$ বেগে ধাবিত হচ্ছে। Lorentz বলের পরিমাণ কত N? [বেগ এবং চৌম্বকক্ষেত্রের দিক একই] **[SUST'16-17]**

(a) 1.0×10^{-16} (b) 1.0×10^{-19}
(c) 1.0×10^{-18} (d) 1.0×10^{26}
(e) 1.0×10^{-12} ⓐ

Solⁿ: বেগ ও চৌম্বকক্ষেত্রের দিক একই। তাই চৌম্বক বল শূন্য।

লরেঞ্জ বল, $F = Eq + 0 = 640 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow N = 1.0 \times 10^{-16} N$

03. গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বকক্ষেত্র যে বল প্রয়োগ করে তাকে বলে- **[CUET'13-14]**

(a) টর্ক (b) লরেঞ্জ বল
(c) ডাইন (d) None of these ⓓ

04. $2.0 \mu C$ আধানের একটি বস্তু $2.0 \times 10^6 ms^{-1}$ বেগে X-অক্ষ বরাবর চলছে। সেখানে একই সময়ে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E} = 10^6 a\vec{x}\left(\frac{V}{m}\right)$ এবং একটি চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B} = (0.20a\vec{y} + 0.40a\vec{z})T$ অপরিবর্তনীয় উভয় ক্রিয়াশীল হলে আধানটির উপর কত বল ক্রিয়াশীল হবে? **[CUET'11-12]**

(a) $\vec{F} = (0.8a\vec{y} - 1.6a\vec{z})N$
(b) $\vec{F} = (1.0a\vec{x} - 8.0a\vec{z})N$
(c) $\vec{F} = (2.0a\vec{x} + 0.8a\vec{y} - 1.6a\vec{z})N$
(d) None of these ⓓ

Solⁿ: $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$

$= (2 \times 10^{-6} \times 10^6 a\vec{x}) + (2 \times 10^{-6})$

$[(2.0 \times 10^6 \vec{x}) \times (0.20a\vec{y} + 0.40a\vec{z})]$

$= 2a\vec{x} + 2 \times 10^{-6} \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ 2.0 \times 10^6 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2a & 0.4a \end{vmatrix}$

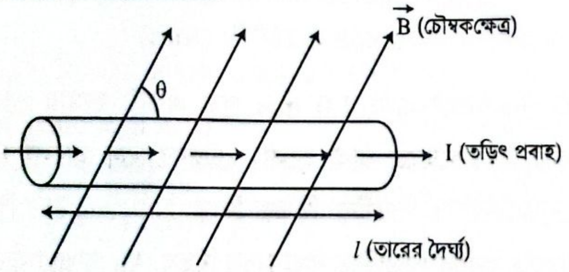
$= 2a\vec{x} + (2 \times 10^{-6})$

$(-2 \times 10^6 \times 0.4a\vec{y} + 2 \times 10^6 \times 0.2a\vec{z})$

$= (2a\vec{x} - 1.6a\vec{y} + 0.8a\vec{z})N$ **(Ans.)**

T-05: চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত তড়িৎবাহী তারের উপর প্রযুক্ত বল

কনসেপ্ট রিভিউ

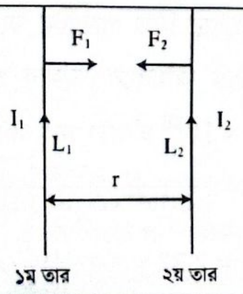


তড়িৎবাহী তারের উপর প্রযুক্ত বল $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$

যেখানে $\vec{l}$ → মান l = তারের দৈর্ঘ্য
→ দিক তড়িৎ প্রবাহের দিকে

$F = IlB \sin\theta$ [যেখানে θ হল তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে কোণ]

পাশাপাশি অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের দুইটি তড়িৎবাহী তারের মধ্যে পারস্পরিক বল:

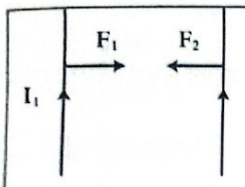


উভয় তারের একক দৈর্ঘ্যে প্রযুক্ত বল, $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$

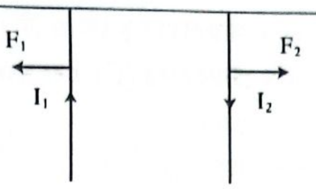
১ম তার কর্তৃক অনুভূত বল, $F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} L_1$

২য় তার কর্তৃক অনুভূত বল, $F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_1}{2\pi r} L_2$

তার দুটি অসীম দৈর্ঘ্যের না হলেও সূত্রটি প্রযোজ্য হবে যদি $L_1, L_2 \gg r$ হয়।



একই দিকে তড়িৎবাহী তার পরস্পরকে আকর্ষণ করে



বিপরীত দিকে তড়িৎবাহী তার পরস্পরকে বিকর্ষণ করে

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. তড়িৎবাহী দুটি সরল সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহ এমন যে এরা পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়? **[SUST'15-16]**

(a) পরিবাহী দুটিতে প্রবাহ একই দিকে
(b) দুটিই চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করছে
(c) পরিবাহী দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল বল প্রবাহদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক
(d) প্রবাহদ্বয় বিপরীতমুখী
(e) উভয় পরিবাহীতে ঋণাত্মক আধান চলমান ⓓ

Solⁿ: প্রবাহদ্বয় বিপরীতমুখী হলে এরা পরস্পরকে বিকর্ষণ করত।

02. 1 Tesla নিচের কোনটির সমতুল্য? **[BUTEX'15-16]**

(a) $1\ AN^{-1}m^{-1}$ (b) $1\ AmN^{-1}$
(c) $1\ NA^{-1}m^{-1}$ (d) $1\ NWbm^{-1}$ ⓒ

Solⁿ: $F = IlB \Rightarrow B = \frac{F}{Il}$; এই সমীকরণ হতে B এর একক $NA^{-1}m^{-1}$

03. 1.0 m দীর্ঘ একটি সোজা তারের মধ্য দিয়ে 5.0A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি 0.1Wb/m² ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে একই তলে অবস্থান করলে তার মানের বল অনুভব হবে? **[SUST'12-13]**

(a) 5.0 N (b) 2.5 N (c) 2.0 N
(d) 0.25 N (e) 0.05 N ⓓ

Solⁿ: $F = IlB\sin\theta = 5 \times 1 \times 0.1 \times \sin 30°$
$= 0.25N$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 10^{-2} T এর চৌম্বকক্ষেত্রে 40 cm দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি তারের ভিতর দিয়ে 3A তড়িৎ প্রবাহ চালানো হলে হলে এটি 8.5×10^{-3} N বল অনুভব করে। চৌম্বকক্ষেত্র ও পরিবাহকের মধ্যবর্তী কোণের পরিমাণ কত? **[CUET'04-05]**

Solⁿ: $F = BIl\sin\theta \Rightarrow \sin\theta = \frac{F}{BIl}$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{8.5\times10^{-3}}{10^{-2}\times3\times0.4}\right) \therefore \theta = 45.099°$ **(Ans.)**

02. (ক) তড়িৎ ও চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে একটি আধান রাখলে আধানটির উপর ক্রিয়াশীল বলের সমীকরণ লিখ। (খ) দেখাও যে শূন্যস্থানে এক মিটার দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষণীয় প্রস্থচ্ছেদের দুটি সমান্তরাল পরিবাহকের প্রত্যেকটিতে এক অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহ চললে পরিবাহকদ্বয়ের পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2×10^{-7}N মানের বল উৎপন্ন হয়। **[RUET'03-04]**

Solⁿ: (ক) $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$

(খ) আমরা জানি, $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$, যদি $I_1 = I_2 = 1$ amp এবং r = 1m হয় তবে, $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} = 2 \times 10^{-7} Nm^{-1}$ (Showed)

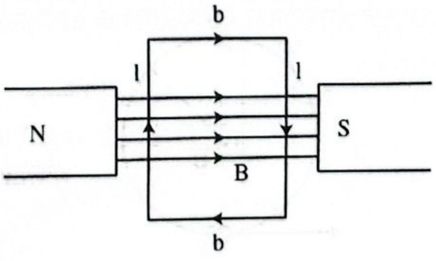
T-06: চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক

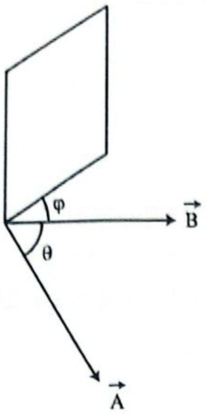
কনসেপ্ট রিভিউ

N পাকবিশিষ্ট আয়তাকার কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য l, প্রস্থ b এবং ক্ষেত্রফল A। এর তল ভেক্টর $\vec{A}$। বাহ্যিক চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ এর প্রভাবে তড়িৎবাহী কুণ্ডলীটিতে টর্ক উৎপন্ন হয়, যার ফলে এটি ঘুরতে থাকে।

এখানে, টর্ক, $\vec{\tau} = NI(\vec{A} \times \vec{B})$

আবার, চৌম্বক ভ্রামক, $\vec{M} = NI\vec{A} \therefore \vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$





φ = আয়তাকার কুণ্ডলী ও চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ

θ = চৌম্বকক্ষেত্র $(\vec{B})$ এবং তল ভেক্টর $(\vec{A})$ এর মধ্যবর্তী কোণ/তলের লম্বের সাথে চৌম্বকক্ষেত্রে কোণ

$\theta = 90° - \varphi$

সুতরাং, $\tau = NIAB\sin\theta$

$= NIAB\sin(90 - \varphi)$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 60cm দীর্ঘ,10cm প্রস্থ এবং 150 পাকবিশিষ্ট একটি আয়তকার কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। কুণ্ডলীটি কে 15T এর সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের সমান্তরালে স্থাপন করলে এর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক এর মান কত হবে? **[KUET'18-19, 16-17]**

(a) $2700N-m$ (b) $1800N-m$
(c) $900N-m$ (d) $450N-m$
(e) $400N-m$ ⓐ

Sol^n: $\tau = NIAB\sin\theta$

$= 150 \times 20 \times 0.6 \times 0.1 \times 15 \times \sin 90°$

$= 2700$ Nm

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 200 পাক এবং 5 cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা 2 অ্যাম্পিয়ার। একে 1.5×10^{-2} Wbm বিশিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রে 30° কোণে রাখলে কত মানের কুণ্ডলীতে প্রযুক্ত হবে? **[RUET'18-1**

Sol^n: $\tau = NIAB\sin\theta$

$= (200 \times 2 \times \pi \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 1.5 \times 10^{-2} \times \sin(90° - 30°)$ Nm

$\tau = 0.0408$ Nm (Ans.)

02. সমান আকারের 6 পাক বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাস cm। কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 2 Amp বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রবাহিত হচ্ছে কুণ্ডলীর চৌম্বক ভ্রামক কত? **[RUET'04-**

Sol^n: $M = NIA = NI \times \pi r^2$

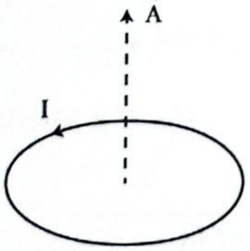
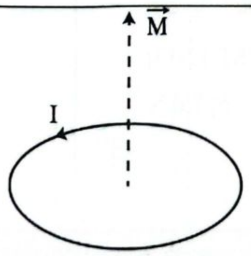
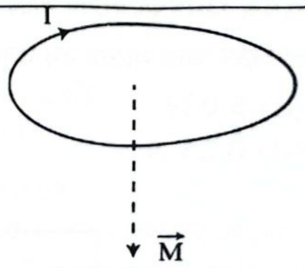
$= 6 \times 2 \times 3.14 \times (0.02)^2$

$= 15.08 \times 10^{-3}$ Am^2 (Ans.)

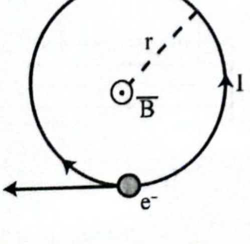
$N = 6, I = 2A$
$r = .02$ m, $M =$

T-07: ইলেকট্রনের গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

 তড়িৎপ্রবাহ = I তল ভেক্টর = $\vec{A}$ চৌম্বক ভ্রামক $\vec{M} = I\vec{A}$	 "anticlockwise" তড়িৎ প্রবাহের জন্য $\vec{M}$ এর দিক হবে তল বরাবর উপরের দিকে।	 "Clockwise" তড়িৎ প্রবাহের জন্য $\vec{M}$ এর দিক হবে বরাবর নিচের দিকে।

কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের চৌম্বক ভ্রামক:



r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কক্ষপথে v সুষম দ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন (চার্জ e এবং ভর m) একবার পূর্ণ ঘূর্ণনের মাধ্যমে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করে।

$I = \frac{\text{চার্জ}}{\text{একবার ঘূর্ণনের সময়/পর্যায়কাল}} = \frac{e}{T} = \frac{e}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{ev}{2\pi r}$

সৃষ্ট চৌম্বক ভ্রামক, $M = IA = I(\pi r^2) = \frac{evr}{2}$

সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র $\Rightarrow B = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 ef}{2r}$; [∵ ঘূর্ণন কম্পাঙ্ক, $f = \frac{v}{2\pi r}$]

ইলেকট্রনের কক্ষীয় কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$

∴ সৃষ্ট চৌম্বক ভ্রামক, $M = \frac{evr}{2} = \frac{eL}{2m}$

ভেক্টর আকারে প্রকাশ করলে, $\vec{M} = \frac{-e}{2m}\vec{L}$

একটি দণ্ড চৌম্বকের জড়তার ভ্রামক I, ঐখানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান H ও চৌম্বকটির চৌম্বকভ্রামক M হলে চৌম্বকটির দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MH}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন কম্পমান চৌম্বকের দোলনকাল 2 sec এবং জড়তার ভ্রামক $8.8 \times 10^{-6} kg - m^2$। ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক উপাংশের মান $45\mu T$ হলে চৌম্বকটির চৌম্বকভ্রামক নির্ণয় কর। **[KUET'15-16]**

(a) $2.63\ Am^2$ (b) $1.75\ Am^2$
(c) $1.92 \times 10^{-6} Am^2$ (d) $2.16\ Am^2$
(e) $1.93\ Am^2$ ⓔ

Solⁿ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MH}}$

$\Rightarrow M = 4\pi^2 \frac{I}{HT^2} = 4\pi^2 \times \frac{8.8\times10^{-6}}{45\times10^{-6}\times2^2} = 1.93Am^2$

02. একটি চৌম্বকের মধ্যে একটি বৃহদাকার ছিদ্র করা হলে এর চৌম্বক ভ্রামকের মান- **[BUET'11-12]**

(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) শূন্য হবে ⓑ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম ইলেকট্রনের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.5Å। এই কক্ষপথে ইলেকট্রনটি $2.2 \times 10^6 ms^{-1}$ সমগতিতে চলমান। এই ইলেকট্রনের গতির ফলে নিউক্লিয়াসের কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত?
[দেয়া আছে, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Wb/Am$ এবং ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19} C$] **[BUET'16-17]**

Solⁿ: $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$ | $e = 1.6 \times 10^{-19} C$,
$v = 2.2 \times 10^6 ms^{-1}, r = 0.5 \times 10^{-10} m$

এখানে, $I =$ ঘূর্ণন কম্পাঙ্ক × চার্জ $= \frac{v}{2\pi r} \times e$

$\therefore B = \frac{\mu_0 ve}{4\pi r^2} = 14.08T$

02. সমান ভর ও একই আকারে দুটি দণ্ড চৌম্বককে কোন এক স্থানে ঝুলিয়ে দিলে এরা একই সময়ে যথাক্রমে 12 এবং 15 বার দোলে। এদের চৌম্বকভ্রামকের অনুপাত নির্ণয় কর। **[BUTEX'02-03]**

Solⁿ: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MH}}$

$\therefore T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{I}{M_1H}}$ and $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{I}{M_2H}}$

এখানে, $T_1 = \frac{t}{12}, T_2 = \frac{t}{15}$

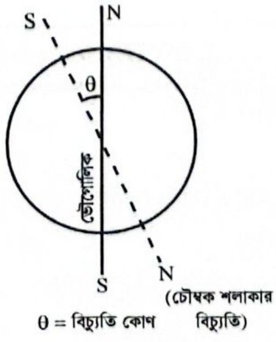
$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \Rightarrow \frac{M_2}{M_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \left(\frac{15}{12}\right)^2 = \frac{25}{16}$

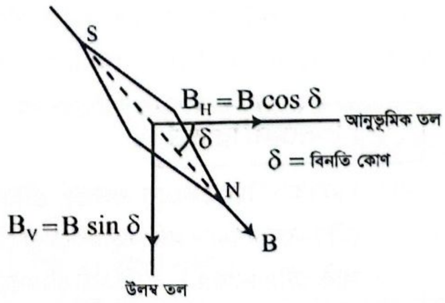
$\therefore M_1 : M_2 = 16 : 25$ **(Ans).**

T-08: ভূ-চৌম্বকত্ব

কনসেপ্ট রিভিউ

চৌম্বক শলাকাকে উল্লম্ব তলে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে এটি ভৌগোলিক মধ্যতল (উত্তর -দক্ষিণ বরাবর বিস্তৃত তল) এর সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণে বেঁকে যায়; একে বিচ্যুতি বলে। এসময় চৌম্বক শলাকাটি অনুভূমিক তলের সাথে নির্দিষ্ট কোণে বেঁকে যায়। একে বিনতি বলে।





চৌম্বক শলাকার দক্ষিণ-উত্তর মেরু বরাবর (S → N) কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$ ক্রিয়াশীল।

এর অনুভূমিক উপাংশ, $B_H = B\cos\delta$

এর উলম্ব উপাংশ, $B_V = B\sin\delta$

$$B = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}$$

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{B_V}{B_H}\right)$$

আবার,

$\tan\delta = \sin\theta\tan\emptyset$

δ = প্রকৃত বিনতি

θ = উল্লম্ব অক্ষে ঘূর্ণণ

$\emptyset$ = আপাত বিনতি

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উলম্ব উপাংশ যথাক্রমে 32.46 μT এবং 48.27 μT। ঐ স্থানের বিনতি কত? **[KUET'16-17]**

(a) 33.92° (b) 50°18.6′ (c) 56.31° (d) 56°4.8′ (e) 60°51′ ⓓ

Solⁿ: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{48.27}{32.46}\right) = 56°4.8'$

02. কোন স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান 31μT এবং বিনতি 30°। সেখানে পৃথিবীর চৌম্বকক্ষেত্রের পূর্ণ মান কত? **[KUET’13-14; RUET’14-15]**

(a) 36×10^{-6} T (b) 32.33μT (c) 35.8μT (d) 3.4×10^{-5} T (e) 33.45μT ⓒ

Solⁿ: এখানে, $\theta = 30°; B_H = 31\mu T$

$$B_H = B\cos\theta\,;\, B = 35.8\mu T$$

03. যেখানে বিনতি কোণ 45° সেখানে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশের অনুপাত- **[BUTEX’14-15]**

(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 1:3 (d) $1:\sqrt{2}$ ⓐ

Solⁿ: $\tan\delta = \frac{B_H}{B_V} \Rightarrow \frac{B_H}{B_V} = \tan 45° = 1$

$$\Rightarrow B_H : B_V = 1:1$$

04. কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ H ও উলম্ব উপাংশ V এর মধ্যে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক যেখানে বিনতি কোণ 60°? **[BUET’13-14]**

(a) V = H (b) $V = \sqrt{3}H$ (c) $V = H/\sqrt{3}$ (d) $V = \sqrt{3}H/2$

Solⁿ: $V = H\tan 60° = \sqrt{3}H$

05. কোন স্থানে পৃথিবীর চৌম্বকক্ষেত্রের অভিমুখ, অনুভূমিক তলের সাথে যে কোণ করে থাকে, তাকে ঐ স্থানের কি বলা হয়? **[BUTEX’13-14]**

(a) বিনতি (b) বিনিতি (c) বিনত্ (d) বন্‌তি

06. কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মান 22.5 μT এবং বিনতি 30°। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান কত? **[RUET’13-14]**

(a) 1.95×10^{-5} T (b) 2.95×10^{-5} T (c) 2.59×10^{-5} T (d) 1.95×10^{-4} T

Solⁿ: $B_H = B\cos\delta = 22.5 \times \cos 30°$

$$= 1.95 \times 10^{-5}T$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ 27.87μT এ বিনতি কোণ 30° হলে ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণ কর। **[BUTEX’08-09, 05-0**

Solⁿ: এখানে, $B_H = 27.87\mu T$; বিনতি কোণ, $\delta = 30°$

আমরা জানি, $B_H = B\cos\delta$

$$\Rightarrow B = \frac{B_H}{\cos\delta} = \frac{27.87\times10^{-6}T}{\cos 30°} = 32.18\mu T$$

T-09: চুম্বক ও চৌম্বক পদার্থ

কনসেপ্ট রিভিউ

বাহ্যিক চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাবে, চৌম্বক পদার্থগুলো চুম্বকায়িত হয় এবং নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করে। নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্র এবং বাহ্যিক চৌম্বকক্ষেত্র মিলে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয়।

লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র B = নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্র + বাহ্যিক চৌম্বকক্ষেত্র

নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্র = $\mu_0 I$; যেখানে I = চুম্বকায়ন তীব্রতা।

$$\text{নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্র} = \mu_0\chi H;\ [\underset{\substack{\downarrow\\ \text{চৌম্বকায়ন}\\ \text{তীব্রতা}}}{I} = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{চৌম্বক}\\ \text{গ্রাহিতা}}}{\chi}\ \underset{\substack{\searrow\\ \text{বাহ্যিক ক্ষেত্রে}\\ \text{চৌম্বক প্রাবল্য}}}{H}]$$

$$\therefore \text{লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র} = B = \mu_0\chi H + \mu_0 H$$

$$= \mu_0 H(1+\chi) \quad \left[\underset{\substack{\downarrow\\ \text{আপেক্ষিক}\\ \text{চৌম্বক প্রবেশ্যতা}}}{\mu_r} = 1 + \underset{\substack{\downarrow\\ \text{চৌম্বক গ্রাহিতা}}}{\chi}\right]$$

$$= \mu_0\, H\, \mu_r$$

$$= \mu H$$

$$\left[\underset{\substack{\swarrow\\ \text{কোনো}\\ \text{মাধ্যমের}\\ \text{চৌম্বক}\\ \text{প্রবেশ্যতা}}}{\mu} = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{আপেক্ষিক}\\ \text{চৌম্বক}\\ \text{প্রবেশ্যতা}}}{\mu_r}\ \underset{\substack{\searrow\\ \text{শূন্য মাধ্যমের}\\ \text{চৌম্বক প্রবেশ্যতা}}}{\mu_0}\right]$$

চৌম্বক ভ্রামক, $M = m \times l$

l = চৌম্বক দৈর্ঘ্য যেখানে, $l = 0.85 \times$ জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য

m = মেরুশক্তি

চৌম্বকায়ন তীব্রতা, $I = \frac{M}{V} = \frac{m}{A}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. ডায়াচৌম্বকীয় পদার্থ হল- **[BUET'12-13]**
(a) চৌম্বক দিয়ে সবলভাবে বিকর্ষিত হয়
(b) চৌম্বক দিয়ে সবলভাবে আকর্ষিত হয়
(c) চৌম্বক দিয়ে ক্ষীণভাবে আকর্ষিত হয়
(d) চৌম্বক দিয়ে ক্ষীণভাবে বিকর্ষিত হয় ⓓ

02. একটি সলিনয়েডে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ 167 A/m মানের চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করে। সলিনয়েডের ভেতরে 5000 মানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা-বিশিষ্ট লোহার ভেতর থাকলে সলিনয়েডের ভেতরে চৌম্বকক্ষেত্রের মান হবে। **[BUET'11-12]**
(a) 2 Tesla (b) 1.05 Tesla
(c) 1.5 Tesla (d) 2.5 Tesla ⓑ

Sol^n: $B = \mu_r\mu_0 H = 5000 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 167$
$= 1.05T$

03. প্যারাচৌম্বক পদার্থ হল- **[CUET'10-11]**
(a) চৌম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে বিকর্ষিত হয়
(b) চৌম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে আকর্ষিত হয়
(c) চৌম্বক দ্বারা প্রবলভাবে আকর্ষিত হয়
(d) চৌম্বক দ্বারা প্রবলভাবে বিকর্ষিত হয় ⓑ

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. 1 m দীর্ঘ একটা ঋজু তারের মধ্য দিয়ে 1 A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি $0.02\ Wb.m^{-2}$ মানের একটা সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের ক্ষেত্র রেখার সাথে কত কোণে অবস্থান করলে 0.01 N বল অনুভব করবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

02. একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাস 0.1 m ও পাক সংখ্যা 25। কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 4A বিদ্যুৎ প্রবাহ চললে কেন্দ্রে চৌম্বকফ্লাক্স ঘনত্ব কত হবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 1.356 mT (b) 1.456mT (c) 1.256mT (d) none

03. একটি দীর্ঘ ঋজু পরিবাহী থেকে 20 cm দূরত্বে 10^{-6} T চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হলে পরিবাহীতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার]
(a) 0.5 A (b) 1A (c) 2A (d) 2.5A

04. যখন 1A তড়িৎ একটি বৃত্তাকার পরিবাহীর ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন এর কেন্দ্রে 10^{-7} T চৌম্বকক্ষেত্র উৎপন্ন হয়। কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হলে চৌম্বকক্ষেত্রের মান 10^{-6} T হবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 1A (b) 3.2A (c) 5A (d) 10 A

05. 50 পাকের একটি আয়তাকার কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য 0.25 m ও প্রস্থ 0.20 m। 0.2T মানের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের কুণ্ডলী দিয়ে 4 A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে কুণ্ডলীর ওপর কত টর্ক ক্রিয়া করবে? [ইস্হাক স্যার]
(a) 0.5 Nm (b) 1Nm (c) 1.5 Nm (d) 2Nm

MCQ উত্তরমালা

01. a	02. c	03. b	04. d	05. d

06. কোনো স্থানে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ 28 Am^{-1} এবং বিনতি 30°। ওই স্থানে ভূচৌম্বকক্ষেত্রের মোট প্রাবল্য কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 16.2 Am^{-1} (b) 49 Am^{-1}
(c) 32.3 Am^{-1} (d) none

07. কোনো স্থানে চৌম্বকক্ষেত্রের মোট প্রাবল্য 22.5 μT। ওই স্থানের বিনতি 30° হলে চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য কত? [ইসহাক স্যার]
(a) 19.5 μT (b) 20.2 μT (c) 11.25μT (d) 15μT

08. 5 g ভর, 6 cm দৈর্ঘ্য ও 0.1 Ω রোধবিশিষ্ট পরিবাহী তার 2×10^{-3} T ফ্লাক্স ঘনত্বের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা। তারটির দুই প্রান্তে 5 V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করে এতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করলে চৌম্বক প্রাবল্য 1.8×10^{-5} Am^{-1} পাওয়া যায়। চৌম্বক প্রবেশ্যতা কত হবে? [প্রামাণিক স্যার]
(a) 100 TmA^{-1} (b) 110 TmA^{-1}
(c) 120 TmA^{-1} (d) 140 TmA^{-1}

09. দুটি তড়িৎবাহী বৃত্তাকার লুপের ব্যাসার্ধের অনুপাত 2: 3। এদের চৌম্বক ভ্রামক সমান হলে লুপ দুটিতে তড়িৎ প্রবাহের অনুপাত কত? [প্রামাণিক স্যার]
(a) 3: 2 (b) 9: 4 (c) 2: 3 (d) 4: 9

10. একটি বিনতি বৃত্তকে এমনভাবে রাখা হলো যে, তার চুম্বক দণ্ড দণ্ডায়মান অবস্থায় থাকে। বৃত্তটিকে এর পর উল্লম্ব অক্ষে 30° কোণে ঘুরানোতে 30° বিনতি পাওয়া গেল। প্রকৃত বিনতি নির্ণয় কর। [প্রামাণিক স্যার]
(a) 14° (b) 15° (c) 16° (d) 60°

MCQ উত্তরমালা

06. c	07. a	08. b	09. b	10. c

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি প্রোটন 0.4 Wbm^{-2} প্রাবল্যের চৌম্বকক্ষেত্রের সমকোণে একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। আবর্তন কম্পাঙ্ক 6.10×10^6 rev/sec। প্রোটনের আধান 1.6×10^{-19} C হলে প্রোটনের ভর কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.67×10^{-27} kg]**

02. শূন্য মাধ্যমে দুটি অতি দীর্ঘ পরিবাহী তার 5 cm ব্যবধানে রাখা আছে। তারদ্বয়ের মধ্যে দিয়ে যথাক্রমে 20 A ও 5A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। প্রতিটি তারে দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর যা 120×10^{-5} N বল অনুভব করে। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 3m]**

03. একটি দীর্ঘ সোজা তারের মধ্য দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। একটি ইলেকট্রন তার থেকে 0.1 m দূরে থেকে তারের সমান্তরালে কিন্তু প্রবাহের বিপরীত দিকে 3×10^5 ms^{-1} বেগে চলছে। তড়িৎ প্রবাহের জন্য সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র ইলেকট্রনের ওপর কত বল প্রয়োগ করবে? ইলেকট্রনের চার্জ 1.6×10^{-19} C। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.9×10^{-19} N]**

04. 6×10^6 ms^{-1} বেগে গতিশীল একটি প্রোটনের ওপর 0.50 T চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করা হলো। চৌম্বকক্ষেত্র প্রোটনের বেগের সাথে 30° কোণে ক্রিয়াশীল, প্রোটনের ত্বরণ কত হবে? (প্রোটনের ভর = 1.6×10^{-27} kg) [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.5×10^{14} ms^{-2}]**

05. একটি সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য 0.5m, পাক সংখ্যা 500 এবং প্রবাহমাত্রা 4 A। একটি ক্ষুদ্র কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 0.01m পাক সংখ্যা 15 এবং প্রবাহমাত্রা 0.5A। কুণ্ডলীকে সলিনয়েডের মধ্যে এমনভাবে রাখা হলো যেন কুণ্ডলীর অক্ষ এবং সলিনয়েডের অক্ষ সমান্তরাল থাকে। এই অবস্থায় কুণ্ডলীর ওপর কত টর্ক ক্রিয়া করবে? ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Hm^{-1}) [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.1844×10^{-5} Nm]**

06. একটি ইস্পাত নির্মিত দণ্ড চৌম্বকের চৌম্বক ভ্রামক 4.6 Am^2 এবং ভর 8.4 gm। যদি ইস্পাতের ঘনত্ব 8×10^3 kg m^{-3} হয়, তবে চৌম্বকটির চৌম্বকায়ন মাত্রা নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 4.381×10^6 Am^{-1}]**

07. হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন যখন কক্ষপথে ঘূর্ণনশীল হয় তখন এর চৌম্বক ভ্রামকের মান কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 9.271×10^{-24} Am^2]**

08. 4.175 kV বিভব পার্থক্যে একটি α-কণা স্থিরাবস্থা হতে ত্বরিত হওয়ার পর 0.4T মানের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের সমকোণে প্রবাহিত হলে কণাটির গতিপথের ব্যাসার্ধ কত হবে? [m = 6.68×10^{-27} kg] [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 33 mm]**

09. দুটি সমকেন্দ্রিক বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 8 cm এবং 10 cm এবং তাদের পাক সংখ্যা যথাক্রমে 40 এবং 50। প্রতিটি কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 5A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। দুটি কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 3.1416×10^{-3} T]**

10. সমকেন্দ্রিক কিন্তু পরস্পর অভিলম্ব দুটি কুণ্ডলীর মধ্যে যথাক্রমে 3A এবং 4A তড়িৎ প্রবাহিত হয়। যদি প্রতিটি কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 211 cm হয়, তবে কুণ্ডলীদ্বয়ের কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ কত হবে? ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}WbA^{-1}m^{-1}$) [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.15×10^{-6} T]**

11. একটি অঞ্চলে তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্র পরস্পর অভিলম্ব। তড়িৎ ক্ষেত্রে, E = 10^5 Vm^{-1} এবং চৌম্বকক্ষেত্র, B = 0.4 T। তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিলম্ব বরাবর চার্জ q-এর বেগ কত হলে এটি বিক্ষিপ্ত হবে না? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 2.5×10^5 ms^{-1}]**

12. একটি ধাতব পাতের প্রস্থ 0.02 m এবং পুরুত্ব 0.001 m। পাতটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের সময় ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ 8.4×10^{-4} ms^{-1}। পাতটি 4 Wb/m^2 চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত। চৌম্বকক্ষেত্র পাত ধারণকারী তলের লম্ব বরাবর। তড়িৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র এবং হল ভোল্টেজ নির্ণয় কর। **[ইস্হাক স্যার] [Ans: 3.36×10^{-3} Vm^{-1}; $67.2\mu V$]**

13. 20 cm চওড়া ও 1.0 mm পুরু একটি ধাতব পাতকে 1.5 T চৌম্বকক্ষেত্রে এমনভাবে স্থাপন করা হলো যেন পাতের সমতল চৌম্বকক্ষেত্রের লম্বভাবে থাকে। পাতের মধ্য দিয়ে 200A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে উদ্ভূত হল ভোল্টেজ নির্ণয় কর। পাতের প্রতি একক আয়তনে ইলেকট্রনের সংখ্যা 8.4×10^{28} m^{-3}।

[ইস্হাক স্যার] [Ans: 2.2321×10^{-5}V]

14. 62.8 cm দীর্ঘ একটি চৌম্বকিত ইস্পাতের তারের মেরুশক্তি 1 Am। তারটিকে অর্ধবৃত্তের আকারে বাঁকালে ওর চৌম্বক ভ্রামক কত হবে? **[ইস্হাক স্যার] [Ans: 0.4 Am^2]**

15. একটি বিমানের ডানার বিস্তার 25 m এবং বিমানটি 900 kmh^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে উড়ে যাচ্ছে। ওই অঞ্চলে ভূচৌম্বক প্রাবল্যের উল্লম্ব উপাংশ 0.50 Oe হলে ডানার দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত?

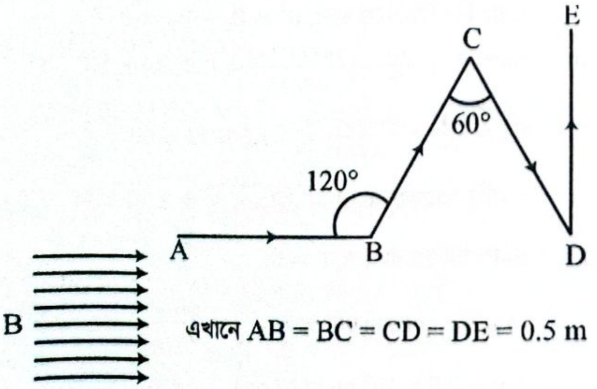
[ইস্হাক স্যার] [Ans: $E = 0.3125$ V]

16. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে 5.3×10^{-11} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 2.2×10^{6} ms^{-1} বেগে ঘুরে কেন্দ্রে 12.53 Wbm^{-2} ফ্লাক্স ঘনত্ব উৎপন্ন করে। ইলেকট্রনের চার্জ নির্ণয় করো।

[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 1.6×10^{-19} C]

17. নিচের চিত্রে প্রদর্শিত তারের প্রতিটি অংশের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় করো। উল্লেখ্য তারের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ 10A এবং চৌম্বকক্ষেত্রের মান 2T।

[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 8.66 N, 8.66 N, 10 N]



এখানে AB = BC = CD = DE = 0.5 m

18. 1টি সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য 2 m এবং গড় ব্যাস 2 cm। এর ভেতর 10 টি স্তর আছে এবং প্রতি স্তরে 1000 পাক আছে। এর মধ্য দিয়ে 5 A তড়িৎ প্রবাহ হলে ক্ষেত্রে প্রাবল্য এবং সলিনয়েডের কেন্দ্রে ফ্লাক্স নির্ণয় কর।

[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 9.87×10^{-6} Wb]

19. $\vec{E} = (\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k})$ Vm^{-1} তড়িৎক্ষেত্রে এবং $\vec{B} = (2\hat{j} + 3\hat{k})$ T চৌম্বকক্ষেত্রে $(4\hat{i} + 3\hat{j})ms^{-1}$ গতিশীল ইলেকট্রনের উপর লরেঞ্জ বল ও এর মান নির্ণয় কর।

[প্রামাণিক স্যার] [Ans: $3.2\sqrt{51} \times 10^{-19}$ N]

20. স্থির মাত্রায় বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে কোনো বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে 10 T চৌম্বক প্রাবল্য সৃষ্টি হয়। পাক সংখ্যা 30 পাক বৃদ্ধি করলে প্রাবল্য আগের প্রাবল্যের দেড়গুণ হয়। কুণ্ডলীর প্রাথমিক পাক সংখ্যা নির্ণয় করো। **[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 60]**

21. 1 m দৈর্ঘ্যের এবং 20 cm প্রস্থের একটি আয়তাকার কুণ্ডলীকে 5 T মানের একটি চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে 2 m/s বেগে দৈর্ঘ্য বরাবর চালালে কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহ কত হবে? তারের রোধ 1 Ω। **[প্রামাণিক স্যার] [Ans: 2A]**

22. 1 cm প্রস্থ, 4 cm দীর্ঘ এবং 10^{-3} cm পুরুত্ববিশিষ্ট একটি পরিবাহীর মধ্যদিয়ে 3 A তড়িৎপ্রবাহ চালনা করা হলো। যখন পরিবাহীর তলের সাথে লম্ব বরাবর 1.5 T এর একটি চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করা হয় তখন এর প্রস্থ বরাবর 10^{-5} V এর হল বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। আধান বাহকের তাড়ন বেগ প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে আধান বাহকের সংখ্যা নির্ণয় করো।

[তপন স্যার] [Ans: 2.8125×10^{29} m^{-3}]

23. একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে একটি ইলেকট্রনের বেগ $(40\ kms^{-1})\hat{i} + (35\ kms^{-1})\hat{j}$। এটি $(-4.2\ fN)\hat{i} + (4.8\ fN)\hat{j}$ বল অনুভব করে। যদি $B_x = 0$ হয়, তবে চৌম্বকক্ষেত্রটি নির্ণয় করো।

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: $0.75\hat{k}$ T]

24. সুষম তড়িৎ ও চৌম্বকক্ষেত্র বিদ্যমান এমন একটি স্থানে একটি ইলেকট্রনের আদি বেগ $(12.0\ kms^{-1})\hat{j} + (15.0\ kms^{-1})\hat{k}$ এবং ধ্রুব ত্বরণ $(2.00 \times 10^{12}\ m/s^2)\hat{i}$। যদি $B = (400\ \mu T)\hat{i}$ হয়, তবে তড়িৎক্ষেত্রটি নির্ণয় করো। **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: $(-11.4\hat{i} - 6.0\hat{j} + 4.8\hat{k})$ Vm^{-1}]

25. হাইড্রোজেন পরমাণুর বোর মডেলে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারপাশে 5.29×10^{-11} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 6.60×10^{15} Hz কম্পাঙ্কে আবর্তন করে। কক্ষপথের কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত? **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans: 12.54 T]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (a);** $F = IlB\sin\theta \Rightarrow \sin\theta = \frac{F}{IlB} = \frac{0.01}{1\times1\times0.02} = 0.5$

$\therefore \theta = 30°$

02. **Sol^n: (c);** $B = \frac{\mu_0 nI}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times25\times4}{2\times\frac{0.1}{2}} = 1.256\times10^{-3}$ T

$\therefore B = 1.256$ mT

03. **Sol^n: (b);** $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \Rightarrow I = \frac{2\pi rB}{\mu_0} \Rightarrow I = \frac{2\pi\times0.2\times10^{-6}}{4\pi\times10^{-7}} = 1A$

04. **Sol^n: (d);** $\frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_2 = \frac{B_2}{B_1}\times I_1 = \frac{10^{-6}}{10^{-7}} = 10A$

05. **Sol^n: (d);** $\tau = NIAB\sin\theta$

$= (50\times4\times0.25\times0.2\times0.2\times\sin90°)$

$\therefore \tau = 2Nm$

06. **Sol^n: (c);** $B_H = B\cos\delta \Rightarrow I = \frac{28}{\cos30°} = 32.33\ Am^{-1}$

07. **Sol^n: (a);** $I_H = I\cos\delta = 22.5\times\cos30° = 19.5\ \mu T$

08. **Sol^n: (b);** $\mu = \frac{B}{H} = \frac{2\times10^{-3}T}{1.8\times10^{-5}\ Am^{-1}}$

$= 111.11\ TmA^{-1} \approx 110\ TmA^{-1}$

09. **Sol^n: (b);** $M_1 = M_2 \Rightarrow NI_1A_1 = NI_2A_2$

$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} \therefore I_1 : I_2 = 9:4$

10. **Sol^n: (c);** প্রকৃত বিনতি δ, চক্রটি উল্লম্ব অক্ষে θ কোণে ঘুরালে আপাত বিনতি ϕ

$\therefore \tan\phi = \frac{Bv}{B_H} = \frac{Bv}{B_H\sin\theta} = \frac{\tan s}{\sin\theta}$

$\therefore \delta = \tan^{-1}(\sin\theta\tan\phi) = \tan^{-1}(\sin30°\times\tan30°)$

$= 16.1° \approx 16°$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $F = qvB\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow m = \frac{qB\sin\theta r}{v} = \frac{qB\sin\theta}{\frac{v}{r}} = \frac{qB\sin\theta}{\omega}$

$\Rightarrow m = \frac{qB\sin\theta}{2\pi f} = \frac{1.6\times10^{-19}\times0.4\times\sin90°}{2\pi\times6.1\times10^6}$

$\therefore m = 1.67\times10^{-27}$ kg **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}l \Rightarrow l = \frac{2F\pi r}{\mu_0 I_1 I_2} = \frac{120\times10^{-5}\times\pi\times0.05\times2}{4\pi\times10^{-7}\times20\times5}$

$\therefore l = 3$m **(Ans.)**

03. **Sol^n:** $F = qvB\sin\theta = qv\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\times\sin90°$

$\Rightarrow F = 1.6\times10^{-19}\times3\times10^5\times\frac{4\pi\times10^{-7}\times2}{2\pi\times1.6}\times1$

$\therefore F = 1.9\times10^{-19}$ N **(Ans.)**

04. **Sol^n:** $F = qvB\sin\theta$

$\Rightarrow a = \frac{qv\,B\sin\theta}{m} = \frac{1.6\times10^{-19}\times6\times10^6\times0.5\times\sin30°}{1.6\times10^{-27}}$

$\therefore a = 1.5\times10^{14}\ ms^{-2}$

05. **Sol^n:** $\tau = NIAB\sin\theta = (\mu_0 ni)NIA\sin\theta$

$\Rightarrow \tau = \left(4\pi\times10^{-7}\times\frac{500}{0.5}\times4\right)\times15\times0.5\times\pi\times0.01^2\times\sin90°$

$\therefore \tau = 1.1844\times10^{-5}$ Nm **(Ans.)**

06. **Sol^n:** চৌম্বকায়ন মাত্রা, $I = \frac{M}{V} = \frac{4.6\ Am^2}{\frac{m}{\rho}\ m^3} = \frac{4.6}{\frac{8.4\times10^{-3}}{8\times10^3}}\ Am^{-1}$

$= 4.381\times10^6\ Am^{-1}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** কক্ষপথে ঘূর্ণনের জন্য, $\mu_1 = \frac{e}{2m}\cdot L = \frac{e}{2m}\left(\frac{nh}{2\pi}\right)$

$= \frac{ehn}{4m\pi} = \frac{1.6\times10^{-19}\times6.626\times10^{-34}\times1}{4\pi\times9.1\times10^{-31}}$

$= 9.271\times10^{-24}\ Am^2$ **(Ans.)**

08. **Sol^n:** $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = qV \Rightarrow mv^2 = 2qV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$

এখন, $\frac{mv^2}{r} = qvB\sin\theta \Rightarrow r = \frac{mv}{qB\sin\theta} = \frac{mv}{qB} = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2qV}{m}}$

$\Rightarrow r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}} = \frac{1}{0.4}\times\sqrt{\frac{2\times6.68\times10^{-27}\times4.175\times10^3}{2\times1.6\times10^{-19}}}$

$\therefore r = 0.033m = 33$ mm **(Ans.)**

09. **Sol^n:** $B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 n_1 I_1}{2r_1} + \frac{\mu_0 n_2 I_2}{2r_2}$

$= \left(\frac{4\pi\times10^{-7}\times40\times5}{2\times0.08} + \frac{4\pi\times10^{-7}\times50\times5}{2\times0.10}\right)T$

$= 3.1416\times10^{-3}$ T (প্রবাহ একইদিকে বিবেচনা করে)

প্রবাহ বিপরীতদিকে হলে, $B' = B_1 - B_2 = 0$

10. **Sol^n:** $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times3}{2\times2.11} = 8.9334\times10^{-7}$ T

$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times4}{2\times2.11} = 1.19112\times10^{-6}$ T

$\therefore$ লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র, $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 1.15\times10^{-6}$ T **(Ans.)**

11. **Sol^n:** বিক্ষিপ্ত না হলে, $F = 0$

$\Rightarrow qE = qvB\sin90° \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{10^5}{0.4}$

$\therefore v = 2.5\times10^5\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** হল ভোল্টেজ, $V_H = \frac{BI}{ntq} = \frac{BnAqv}{ntq}$

$= Bdv = (4 \times 0.02 \times 8.4 \times 10^{-4})V$

$= 6.72 \times 10^{-5}V = 67.2\mu V$ **(Ans.)**

তড়িৎক্ষেত্র, $E_H = \frac{V_H}{d} = \frac{6.72\times10^{-5}}{0.02} Vm^{-1}$

$= 3.36 \times 10^{-3}\ Vm^{-1}$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** হল ভোল্টেজ, $V_H = \frac{BI}{ntq} = \frac{1.5\times200}{8.4\times10^{28}\times1\times10^{-3}\times1.6\times10^{-19}}$

$= 2.2321 \times 10^{-5}V$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** সোজা তারের চৌম্বক ভ্রামক, $M = ml = (1 \times 0.628)$

$= 0.628\ Am^2$

অর্ধবৃত্তাকার তারের চৌম্বক দৈর্ঘ্য, $l' = 2r = \frac{2}{\pi} \cdot \pi r$

$= \frac{2}{\pi} l\ [\because l = \pi r]$

$\therefore$ অর্ধবৃত্তকার তারের চৌম্বক ভ্রামক, $M' = ml' = \frac{2}{\pi} ml = \frac{2}{\pi} M$

$= \left(\frac{2}{\pi} \times 0.628\right) Am^2 = \frac{2}{3.14} \times 0.628 = 0.4\ Am^2$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** $E = Blv = 0.5 \times 10^{-4} \times 25 \times \frac{900}{3.6}$

$\therefore E = 0.3125\ V$ **(Ans.)**

16. **Sol^n:** $B = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{\mu_0 \times 1 \times \frac{q}{t}}{2r} = \frac{\mu_0 q}{2rt}$

$\Rightarrow q = \frac{2Brt}{\mu_0} = \frac{2Br \cdot \frac{2\pi r}{v}}{\mu_0} = \frac{4\pi Br^2}{\mu_0 v} \Rightarrow q = \frac{4\pi\times12.53\times(5.3\times10^{-11})^2}{4\pi\times10^{-7}\times2.2\times10^{6}}$

$\therefore q = 1.6 \times 10^{-19}\ C$ **(Ans.)**

17. **Sol^n:** $F_{AB} = IlB \sin 0° = 0\ N$

$F_{BC} = IlB \sin 60° = \left(10 \times 0.5 \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 8.66\ N$

$F_{CD} = IlB \sin 60° = \left(10 \times 0.5 \times 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 8.66\ N$

$F_{DE} = IlB \sin 90° = (10 \times 0.5 \times 2 \times 1) = 10\ N$

18. **Sol^n:** $B = \mu_0 nI \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{10\times1000}{2} \times 5$

$\therefore B = 0.031416T$ **(Ans.)**

$\Phi = BA = 0.31416 \times \pi \times \frac{0.02^2}{4} = 9.87 \times 10^{-6}\ Wb$ **(Ans.)**

19. **Sol^n:** $\vec{V} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 3 \end{vmatrix} = 9\hat{i} - 12\hat{j} + 8\hat{k}$

$\therefore \vec{E} + \vec{V} \times \vec{B} = (\hat{i} + 2\hat{j} - 6\hat{k}) + (9\hat{i} - 12\hat{j} + 8\hat{k})$

$= 10\hat{i} - 10\hat{j} + 2\hat{k}$

$\therefore \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B}) = -1.6 \times 10^{-19}(10\hat{i} - 10\hat{j} + 2\hat{k})$

$\therefore |\vec{F}| = 1.6 \times 10^{-19} \times \sqrt{10^2 + 10^2 + 2^2}$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 2\sqrt{51} = 3.2\sqrt{51} \times 10^{-19}\ N$

20. **Sol^n:** $B_2 = 1.5 \times B_1 \Rightarrow \frac{\mu_0 N_2 I}{2r} = \frac{\mu_0 N_1 I}{2r} \times 1.5$

$\Rightarrow N_2 = 1.5N_1 \Rightarrow N_1 + 30 = 1.5N_1$

$\therefore N_1 = 60$ **(Ans.)**

21. **Sol^n:** $E = Blv \Rightarrow I = \frac{BlV}{R} \Rightarrow I = \frac{5\times0.2\times2}{1} \therefore I = 2A$ **(Ans.)**

22. **Sol^n:** $V_H = Bdv \Rightarrow v = \frac{V_H}{Bd} = \frac{10^{-5}}{1.5\times0.01}$

$\therefore v = 6.67 \times 10^{-4}\ ms^{-1}$

আবার, $I = nAev \Rightarrow n = \frac{I}{Aev} = \frac{3}{0.01\times10^{-5}\times1.6\times10^{-19}\times6.67\times10^{-4}}$

$\therefore n = 2.8125 \times 10^{29}\ m^{-3}$ **(Ans.)**

23. **Sol^n:** ধরি, $\vec{B} = B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$ (যেহেতু $B_x = 0$)

লরেন্জ বলের সূত্র, $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$।

$\vec{v} \times \vec{B} = (v_x\hat{i} + v_y\hat{j}) \times (B_y\hat{j} + B_z\hat{k})$

$= v_xB_y\hat{k} - v_xB_z\hat{j} + v_yB_z\hat{i}$

উপাংশগুলো তুলনা করে পাই,

$F_x = qv_yB_z \Rightarrow B_z = \frac{F_x}{qv_y}$

$\Rightarrow B_z = \frac{-4.2\times10^{-15}}{(-1.6\times10^{-19})(35\times10^{3})} = 0.75\ T$

$F_z = qv_xB_y = 0 \Rightarrow B_y = 0$ (যেহেতু $F_z = 0$)

সুতরাং, $\vec{B} = 0.75\hat{k}\ T$ **(Ans)**

24. **Sol^n:** নিট বল, $\vec{F}_{net} = m\vec{a} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$

$\Rightarrow \vec{E} = \frac{m\vec{a}}{q} - (\vec{v} \times \vec{B})$

$\frac{m\vec{a}}{q} = \frac{9.11\times10^{-31}\times2\times10^{12}\hat{i}}{-1.6\times10^{-19}} = -11.39\hat{i}\ Vm^{-1}$

$\vec{v} \times \vec{B} = (12000\hat{j} + 15000\hat{k}) \times (400 \times 10^{-6}\hat{i})$

$= -4.8\hat{k} + 6.0\hat{j}$

$\vec{E} = -11.39\hat{i} - (6.0\hat{j} - 4.8\hat{k})$

$= (-11.4\hat{i} - 6.0\hat{j} + 4.8\hat{k})\ Vm^{-1}$

25. **Sol^n:** তড়িৎ প্রবাহ, $I = qf = (1.60 \times 10^{-19}\ C)(6.60 \times 10^{15}\ Hz)$

$= 1.056 \times 10^{-3}\ A$

কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$

$B = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1.056\times10^{-3}}{2\times5.29\times10^{-11}} \approx 12.54\ T$ **(Ans)**

অধ্যায় ০৫

তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

টপিক অ্যানালাইসিস

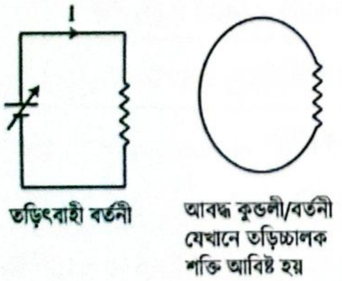
- ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪	T-01: ফ্যারাডের সূত্র ও লেঞ্জের সূত্র	05	05	BUET'11-12; CUET'15-16 SUST'25-26, 17-18;	BUET'19-20, 00-01; RUET'15-16; CUET'05-06; BUTEX'04-05
✪✪✪	T-02: স্বকীয় আবেশ	15	07	BUET'13-14, 12-13, 10-11, 08-09; KUET'16-17, 14-15,10-11; RUET'14-15, 12-13, 11-12; CUET'14-15; SUST'25-26, 15-16, 14-15	BUET'07-08, 04-05, 02-03, 01-02, CUET'08-09, 05-06; BUTEX'08-09
✪	T-03: পারস্পরিক আবেশ	-	01	-	CUET'08-09
✪✪✪	T-04: দিক পরিবর্তী প্রবাহ	07	07	KUET'17-18; CUET'10-11; BUTEX'11-12; SUST'17-18, 16-17, 15-16, 12-13;	BUET'17-18; KUET'19-20, 03-04; CUET'08-09, 07-08; BUTEX'19-20, 02-03;
✪✪	T-05: ট্রান্সফর্মার	01	07	KUET'18-19	BUET'06-07; KUET'06-07, 05-06; RUET'19-20, 17-18; CUET'03-04, 10-11

T-01: ফ্যারাডের সূত্র ও লেঞ্জের সূত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

- কোনো আবদ্ধ কুণ্ডলী/বর্তনীতে চৌম্বকক্ষেত্র/চৌম্বক ফ্লাক্স (ϕ) সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হলে, এমন দিকে ঐ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয় যেন, ফ্লাক্সের পরিবর্তন বাধাগ্রস্ত হয়।



এখানে, ১ম বর্তনীতে তড়িৎ (I) প্রবাহের ফলে ২য় বর্তনীতে চৌম্বক ফ্লাক্স (ϕ) পাওয়া যাবে। সময়ের সাথে সাথে I পরিবর্তন হলে ϕ ও পরিবর্তন হবে এবং ২য় বর্তনীতে তড়িচ্চালক শক্তি (E) আবিষ্ট হবে।

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt}$$

আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি

আবিষ্ট E, ফ্লাক্সের পরিবতন $\frac{d\phi}{dt}$ এর বিরুদ্ধে

আবদ্ধ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা

সময়ের সাথে ফ্লাক্সের পরিবর্তন

কোনো তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স, $\varphi_B = AB\cos\theta = \vec{A}\cdot\vec{B}$

এখানে, A = তলের ক্ষেত্রফল

B = চৌম্বকক্ষেত্রের মান

θ = তলের লম্বের সাথে বা ক্ষেত্রফল ভেক্টরের সাথে চৌম্বকক্ষেত্রের উৎপন্ন কোণ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 10 পাক বিশিষ্ট একটি তার কুন্ডলীকে 0.1 সেকেন্ডে কোন চৌম্বক ক্ষেত্রের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নেয়া হলে, চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় 10^{-4} Tm^2। কুন্ডলীতে সৃষ্ট আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি কত? **[SUST'25-26]**

(a) 3.0 V (b) 0.01 V (c) 1.0 V (d) 0.02 V ⓑ

Sol^n: $|\varepsilon| = |N\frac{d\varphi}{dt}| = 10 \times \frac{10^{-4}}{0.1} = 0.01$ V

02. 50 পাক বিশিষ্ট কোন কুণ্ডলীতে 0.02 সেকেন্ডে চৌম্বক ফ্লাক্স 0.03 Wb থেকে 0.025 Wb এ পরিণত করা হলে ঐ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট emf কত Volt হবে? **[SUST'17-18]**

(a) 0.125 (b) 1.25 (c) 12.5 (d) 25
(e) 50 ⓒ

Sol^n: $\varepsilon = -N\frac{\phi_2-\phi_1}{\Delta t}$

$= -50 \times \frac{(0.025-0.03)}{0.02} = 12.5$ V

03. 2.7×10^4 amp/m প্রাবল্যের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে 0.2×10^{-4} m^2 ক্ষেত্রফলের একটি লোহার দণ্ডে 5.3×10^{-5} Wb ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। চৌম্বক আবেশ নির্ণয় কর। **[CUET'15-16]**

(a) None of them (b) 1.43 Wb/m^2
(c) 1.96×10^{-9}Wb/m^2 (d) 2.65Wb/m^2 ⓓ

Sol^n: চৌম্বক আবেশ = লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্র

$= \frac{\Phi}{A} = \frac{5.3\times10^{-5}}{0.2\times10^{-4}} = 2.65$ Wbm^{-2}

04. নিচের কোন ক্ষেত্রটি ছাড়া বাকি প্রতিটি পরিবর্তনই সাধারণ বিদ্যুৎ উৎপাদক যন্ত্রের তড়িচ্চালক বলের (e.m.f.) বৃদ্ধি করে? **[BUET'11-12]**

(a) আর্মেচারের কুন্ডলীর পাক সংখ্যা বৃদ্ধি করলে
(b) কুন্ডলীটি একটি নরম লোহার উপর প্যাঁচালে
(c) আর্মেচারের ঘূর্ণনস্থলের ফাঁকা জায়গাটি বৃদ্ধি করলে
(d) উচ্চ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র ব্যবহার করলে ⓒ, ⓓ

05. একটি দণ্ড চুম্বককে কোন কুণ্ডলীর দিকে দ্রুত (x) ও ধীরে (y) চালনা করলে আবেশিত e.m.f. হবে- **[BUET'11-12]**

(a) (x)- এর ক্ষেত্রে বড়
(b) (x)- এর ক্ষেত্রে ছোট
(c) উভয় ক্ষেত্রেই সমান
(d) কয়েলের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে বড় বা ছোট হবে ⓐ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি কুণ্ডলীর তলের সাথে লম্বভাবে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের ভিন্নতার মাত্রা $\varphi(t) = (3t^3 + 4t^2 + 2t - 5)$ Weber রূপে প্রকাশ করা যায়। যদি কুণ্ডলীর রোধের মান 5Ω হয়, তাহলে $t = 4s$ সময়ে কুণ্ডলীর আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

Sol^n: $\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = -(9t^2 + 8t + 2)V$

At, $t = 4$ sec, $\varepsilon = -178$ V

$\therefore |\varepsilon| = 178$ V

আবার, $|\varepsilon| = IR \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{178}{5}A = 35.6$ A **(Ans.)**

02. 2000 পাক সংখ্যা এবং 500 cm^2 গড় ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তার কুন্ডলী 0.4 gauss প্রাবল্য বিশিষ্ট একটি চুম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা আছে। তার কুন্ডলীটিকে 1/5 সেকেন্ডে 180° ঘুরানো হলো। এতে কুন্ডলীতে কত তড়িচ্চালক বলের আবেশ ঘটবে? **[RUET'15-16]**

Sol^n: $N = 2000, A = 500\text{cm}^2 = 500 \times 10^{-4}\text{m}^2$

$B = 0.4 \text{ gauss} = 0.4 \times 10^{-4}T$

$\Delta t = \frac{1}{5}s;\ \phi_1 = BA\cos 0^o = 0.4 \times 10^{-4} \times 500 \times 10^{-4}$

$= 2 \times 10^{-6}$ Wb

$\phi_2 = BA\cos 180^o = -0.4 \times 10^{-4} \times 500 \times 10^{-4}$

$= -2 \times 10^{-6}$ Wb

$\therefore \varepsilon = \frac{N(\phi_1-\phi_2)}{\Delta t} = \frac{2000\times\{2\times10^{-6}-(-2\times10^{-6})\}}{\frac{1}{5}}$

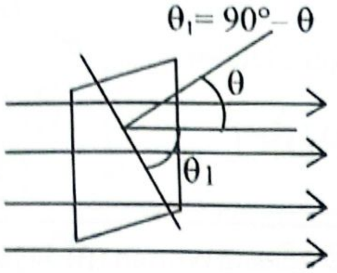
$= 0.04V$ **(Ans.)**

03. 200 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীতে 0.02 সেকেন্ডে 30×10^{-6} ওয়েবার ফ্লাক্স পরিবর্তন করা হল। কুন্ডলীতে সৃষ্ট আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান কত হবে? **[CUET'05-06]**

Sol^n: $|\varepsilon| = |N\frac{d\phi}{dt}| = 200\,\frac{30\times10^{-6}}{0.02} = 0.3V$ **(Ans.)**

04. 1m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তল একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা হল। চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 4×10^{-5}T এবং চৌম্বক ফ্লাক্স 8×10^{-6} Wb হলে তল ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণের মান নির্ণয় কর। **[BUTEX'04-05]**

Solⁿ:



$\varphi = AB\cos\theta \Rightarrow \cos\theta = \frac{\varphi}{AB}$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(\frac{8\times10^{-6}}{1\times4\times10^{-5}}\right) = 78.46°$

$\theta_1 = (90° - 78.46°) = 11.54°$

05. 5.0 cm দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার কুন্ডলীতে পাক সংখ্যা 100। কুন্ডলীটি একটি চুম্বকের দুই মেরুর মধ্যবর্তী চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা আছে। কুন্ডলীটিকে একটি হ্যাঁচকা টানে 0.06 সেকেন্ডে চৌম্বকক্ষেত্রমুক্ত স্থানে নিয়ে আসা হলে গড়ে 70 mV বিদ্যুৎচ্ছালক বল আবিষ্ট থাকে। মেরুদ্বয়ের মধ্যে চৌম্বকক্ষেত্র কত? **[BUET'00-01]**

Solⁿ: $l = 5\text{ cm}, N = 100, \varepsilon = 70\text{ mV},$

$t = 0.06\text{ sec}, A = l^2 = (5\times10^{-2})^2$

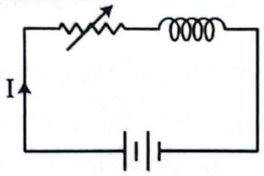
$= 25\times10^{-4}\text{ m}^2; B = ?$

$|\varepsilon| = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{NAB}{\Delta t} \Rightarrow 0.07 = \frac{100\times25\times10^{-4}\times B}{0.06}$

$\Rightarrow B = 0.0168\text{ T} = 16.8\text{ mT}$ **(Ans.)**

T-02: স্বকীয় আবেশ

কনসেপ্ট রিভিউ



বর্তনী/কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ (I) এর প্রভাবে বর্তনীর/কুণ্ডলীর ভেতরে চৌম্বক ফ্লাক্স (ϕ) সৃষ্টি হয়।

সৃষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi \propto I$.
যদি কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা N হয়, তাহলে,
সৃষ্ট মোট চৌম্বক ফ্লাক্স, $N\phi \propto I$.

$$\underset{\substack{\downarrow\\ L = \text{স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক}}}{N\phi = LI}$$

বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের ক্ষুদ্র পরিবর্তন (dI) এর জন্য ফ্লাক্সের ক্ষুদ্র পরিবর্তন ($d\phi$) হলে, $Nd\phi = LdI$

ফ্লাক্সের পরিবর্তনে বর্তনীতে সৃষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$

- ◆ N পাক যুক্ত একটি সলিনয়েড এর দৈর্ঘ্য l ও ব্যাসার্ধ r হলে, তার স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক হবে, $L = \frac{\mu_r\mu_0 N^2 A}{l}$
  যেখানে, $A = \pi r^2$ এবং μ_0 = শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে চৌম্বক প্রবেশ্যতা $= 4\pi\times10^{-7}\text{ Hm}^{-1}$
- ◆ স্বকীয় আবেশের কারণে কুণ্ডলীতে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}LI^2$
- ◆ টরয়েডের স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, $L = \frac{\mu_r\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$ [R= টরয়েডের ব্যাসার্ধ, $A = \pi r^2$ = পাকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সমাধান

01. L স্বকীয় আবেশের একটি কুণ্ডলীতে dt সময়ে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন di হলে কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি কত? **[SUST'25-26]**

(a) $-L\frac{di}{dt}$ (b) Ldi (c) $-i\frac{dL}{dt}$ (d) $-L\frac{dt}{di}$ ⓐ

02. 10H স্বকীয় আবেশাঙ্ক বিশিষ্ট একটি কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ 2.0s সময়ে 1.5A থেকে 2.5A এ পরিবর্তিত হওয়ার দরুন ঐ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি কত V? **[SUST'15-16]**

(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5 ⓓ

Solⁿ: $|\varepsilon| = |L\frac{dI}{dt}| = 10\times\frac{(2.5-1.5)}{2}$

$= 5\text{ volt}$ [শুধু মান নিয়ে]

03. কোন কুন্ডলীতে 4 সেকেন্ড সময়ে তড়িৎ প্রবাহ 1A থেকে 10A এর পরিবর্তিত হওয়ার দরুণ ঐ কুন্ডলীতে 120V তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়। কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত? **[KUET'16-17, 14-15,10-11; SUST'14-15; CUET'14-15]**

(a) 120H (b) 53.3H
(c) 25H (d) 5.33H (e) 0.533H ⓑ

Solⁿ: $|\varepsilon| = |L\frac{dI}{dt}| \Rightarrow 120 = L\frac{10-1}{4} \Rightarrow L = 53.3\text{ H}$

04. একটি আবেশকের স্বকীয় আবেশ 45 হেনরি। এতে 5.0×10^{-2} সেকেন্ডে তড়িৎ প্রবাহ 8 A থেকে 5 A এ পরিবর্তিত হয়। এর আবিষ্ট তড়িৎ-চালক বল কত? **[RUET'14-15]**

(a) 2300V (b) 2400V
(c) 2500V (d) 2700V (e) None ⓓ

Solⁿ: $|\varepsilon| = |L\frac{dI}{dt}| = 2700V$

05. একটি কুণ্ডলীতে 12V তড়িৎচালক বল প্রযুক্ত হলে এতে বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিবর্তনের হার 40A/s হয়। কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 0.3 H (b) 3.4 H (c) 30 H (d) 480 H ⓐ

Solⁿ: $12 = L \times 40 \therefore L = 0.3$ H

06. 100 পাক বিশিষ্ট একটি কুণ্ডলীতে 4A তড়িৎ প্রবাহ চালালে 0.02 Wb চৌম্বক ফ্লাক্স তৈরী হয়। কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত? **[RUET'12-13, 11-12, BUET'08-09]**

(a) 0.5 Henry (b) 1.0 Henry
(c) 5.0 Henry (d) 50 Henry
(e) 12 Henry ⓐ

Solⁿ: $LI = N\varphi$ বা, $L = \frac{100 \times 0.02}{4} = 0.5$ Henry

07. 10 henry স্বকীয় আবেশের একটি আবেশকের মধ্য দিয়ে 12A বিদ্যুৎ প্রবাহমান। এখন 50ms-এ 600V তড়িৎ চালক শক্তি আবিষ্ট হলে তড়িৎ প্রবাহের মান কত? **[BUET'12-13]**

(a) 6 A (b) 9 A (c) 12A (d) 15A ⓑ

Solⁿ: $\varepsilon = -L\left(\frac{I_2 - I_1}{\Delta t}\right) \Rightarrow 600 = -10\left(\frac{I_2 - 12}{50 \times 10^{-3}}\right)$

$\Rightarrow 3 = 12 - I_2 \Rightarrow I_2 = 9A$

08. 10 পাকের একটি আদর্শ সলিনয়েডের আবেশের পরিমাণ 3.5 mH. সলিনয়েডের মধ্য 2A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে প্রতি পাকের জন্য চৌম্বক ফ্লাক্স হবে- **[BUET'12-13]**

(a) 0 Wb (b) 3.5×10^{-4} Wb
(c) 7.0×10^{-4} Wb (d) 7.0×10^{-3} Wb ⓒ

Solⁿ: $N\phi = LI \Rightarrow 10\phi = 3.5 \times 10^{-3} \times 2$

$\Rightarrow \phi = 7 \times 10^{-4}$ Wb

09. যখন 0.5 H বিশিষ্ট একটি কয়েলের তড়িৎ প্রবাহ 50ms সময়ে 0.5 A থেকে 2.5 A এ বর্ধিত করা হয় তখন দন্ড স্বকীয় আবেশের তড়িচ্চালক বল হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 10 V (b) 15 V (c) 20V (d) 40V ⓒ

Solⁿ: $|\varepsilon| = |L\frac{dI}{dt}| = 0.5 \times \frac{2}{50 \times 10^{-3}} = 20V$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. পাশাপাশি রাখা দুইটি কুন্ডলী A ও B এর পাক সংখ্যা যথাক্রমে 300 এবং 600। A এর মধ্য দিয়ে 1.5 Amp বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে A এবং B এর মধ্য দিয়ে যথাক্রমে 1.2×10^{-4} Weber ও 0.9×10^{-4} Weber চৌম্বক প্রবাহ হয়। (a) A এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক L_A নির্ণয় কর। **[CUET'08-09; BUTEX'08-09]**

Solⁿ: $N_A\phi_A = L_AI_A \therefore L_A = \frac{300 \times 1.2 \times 10^{-4}}{1.5} = 0.024$ H

02. 8×10^{-3}m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার লুপে তার 8×10^{-2}m ব্যাসার্ধের টরয়েড তৈরী করে তার উপর 100 পাক তার পেঁচানো হল। আপেক্ষিক ভেদন যোগ্যতা 2400 হলে, লোহার অভ্যন্তরে 1.5×10^{-4} Wb চৌম্বক ফ্লাক্স তৈরী করতে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ করতে হবে? **[BUET'07-08]**

Solⁿ: টরয়েডের জন্য, $L = \frac{\mu_r\mu_0N^2A}{2\pi R}$

$= \frac{2400 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 100^2 \times \pi \times (8 \times 10^{-3})^2}{2\pi \times 8 \times 10^{-2}}$

$= 1.20637 \times 10^{-2}$ A

$\therefore N\varphi = LI$

$\Rightarrow I = \frac{N\varphi}{L} = \frac{100 \times 1.5 \times 10^{-4}}{1.20637 \times 10^{-2}} = 1.2434$ A **(Ans.)**

03. একটি কুন্ডলীতে 1 সেকেন্ড সময়ে তড়িৎ প্রবাহ 0.1A থেকে 0.5A এ পরিবর্তিত হওয়ার দরুন ঐ কুন্ডলীতে 10V তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়। কুন্ডলীটির স্বকীয় আবেশাংক নির্ণয় কর। **[CUET'05-06]**

Solⁿ: $|\varepsilon| = |L\frac{dI}{dt}|$

$10 = L \times \frac{0.5 - 0.1}{1} \therefore L = 25$ H **(Ans.)**

04. 300 পাকের একটি কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ 10mH. কুন্ডলীতে 3A বিদ্যুৎ প্রবাহ হলে চৌম্বক ফ্লাক্স কত হবে? বিদ্যুৎ প্রবাহ 10 ms সময়ে + 3A হতে − 2A পরিবর্তন করলে আবিষ্ট বিদ্যুৎ চালক বল কত হবে? **[BUET'04-05]**

Solⁿ: আমরা জানি, $N\phi = LI$

$\phi = \frac{LI}{N} = \frac{10 \times 10^{-3} \times 3}{300} = 10^{-4}$Wb **(Ans.)**

$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt} = -10 \times 10^{-3} \times \frac{(-2-3)}{10 \times 10^{-3}} = 5V$ **(Ans.)**

05. 40 cm দীর্ঘ এবং 4 cm ব্যাসার্ধযুক্ত 200 পাকের একটি সলিনয়েডের আবেশ-গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। $[\mu_r = 1]$ **[BUET'02-03]**

Solⁿ: $L = \frac{\mu_r\mu_0N^2\pi r^2}{l} = \frac{1 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 200^2 \times \pi \times (0.04)^2}{0.4}$

$= 6.32 \times 10^{-4}$H

06. 2.5A বিদ্যুৎ প্রবাহ 500 পাকের একটি কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 10^{-3} Wb এর চৌম্বক প্রবাহ বা ফ্লাক্স সৃষ্টি করে। বিদ্যুৎ প্রবাহের মান যদি 0.05 sec এ শূন্য মানে আনা হয় তবে (i) কুন্ডলীতে আবিষ্ট গড় বিদ্যুৎচ্চালক বল, (ii) কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক এবং (iii) কুন্ডলীতে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। **[BUET'01-02]**

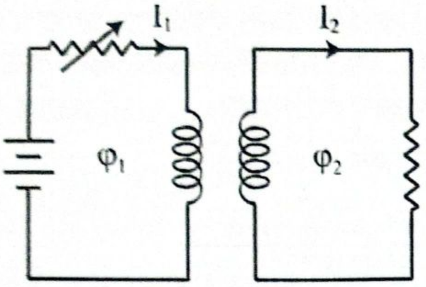
Solⁿ: (i) $|\varepsilon| = |N\frac{d\phi}{dt}| = 500 \times \frac{10^{-3}}{0.05} = 10V$

(ii) $N\phi = LI \therefore L = \frac{N\phi}{I} = \frac{500 \times 10^{-3}}{2.5} = 0.2$ H

(iii) $U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (2.5)^2 = 0.625$ J

T-03: পারস্পরিক আবেশ

কনসেপ্ট রিভিউ



১ম বর্তনীতে I_1 পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হলে, ১ম বর্তনী এবং এর পার্শ্ববর্তী ২য় বর্তনী/কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্স সৃষ্টি হবে।

এক্ষেত্রে, N_2 পাকসংখ্যার ২য় কুণ্ডলীতে সৃষ্টি হওয়া চৌম্বক ফ্লাক্স ($N_2\phi_2$), ১ম কুন্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ (I_1) এর সমানুপাতিক।

$$\therefore N_2\phi_2 \propto I_1$$

$$\mathbf{N_2\phi_2 = MI_1}$$

$$\downarrow$$

পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক

এক্ষেত্রে, ১ম কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ (I_1) এর পরিবর্তন হলে (dI_1) ২য় কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের ($d\phi_2$) পরিবর্তন হবে।

$\therefore N_2 d\phi_2 = M dI_1$

$\therefore$ ২য় কুণ্ডলীতে সৃষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\varepsilon = -N_2\frac{d\phi_2}{dt} = -M\frac{dI_1}{dt}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

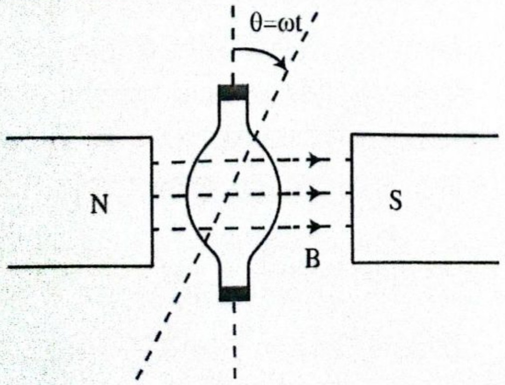
01. পাশাপাশি রাখা দুইটি কুন্ডলী A ও B এর পাক সংখ্যা যথাক্রমে 300 এবং 600। A এর মধ্য দিয়ে 1.5 Amp বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে A এবং B এর মধ্য দিয়ে যথাক্রমে 1.2×10^{-4} Weber ও 0.9×10^{-4} Weber চৌম্বক প্রবাহ হয়। (b) A এবং B এর পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক (M_A) নির্ণয় কর। (c) A এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ যদি 0.2 sec এ শূন্যে নিয়ে আসা হয়, তবে B তে আবিষ্ট বিদ্যুৎ চালক বল নির্ণয় কর। **[CUET'08-09]**

Sol^n: (b) $N_B\phi_B = MI_1 \Rightarrow M = \frac{0.9\times10^{-4}\times600}{1.5} = 0.036$ H;

(c) $|\varepsilon| = |M\frac{dI_1}{dt}| = 0.036 \times \frac{1.5}{0.2}$ V = 0.27 V **(Ans.)**

T-04: দিক পরিবর্তী প্রবাহ

কনসেপ্ট রিভিউ



আবদ্ধ লুপের/কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল = A

উপস্থিত চৌম্বকক্ষেত্র B এর প্রভাবে এটি ω কৌণিক বেগে চিত্রের মত ঘুরতে থাকে।

চৌম্বক ফ্লাক্স $\phi = BA\cos\theta = BA\cos\omega t$

আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\varepsilon = -\frac{Nd\phi}{dt} = +NBA\omega\sin\omega t$

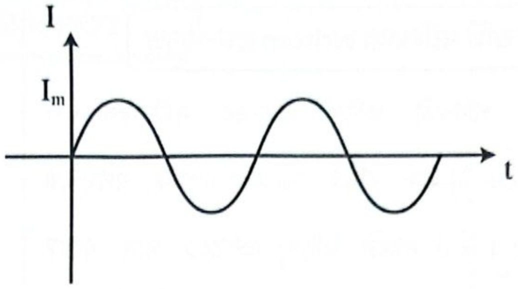
$\therefore$ সর্বোচ্চ আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\varepsilon_m = NBA\omega$

$\therefore \varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$

$\therefore$ তড়িৎপ্রবাহ $I = \frac{\varepsilon_m}{R}\sin\omega t$ [আবদ্ধ কুণ্ডলীর রোধ R]

$I = I_m \sin \omega t$

$\hookrightarrow$ তড়িৎ প্রবাহের সর্বোচ্চ মান $I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$



দিক পরিবর্তী প্রবাহের পূর্ণচক্রে গড়মান, $I_{avg} = 0$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের অর্ধচক্রে গড়মান, $L_{avg} = \frac{2}{\pi} I_m$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের মূল গড় বর্গমান বা কার্যকর মান, $I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের আবিষ্ট ভোল্টেজের অর্ধচক্রে গড়মান, $\varepsilon_{avg} = \frac{2\varepsilon_m}{\pi}$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের আবিষ্ট ভোল্টেজের মূল গড় বর্গমান বা কার্যকর মান, $\varepsilon_{rms} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}$

উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হার বা কার্যকর ক্ষমতা, $P = \varepsilon_{rms} I_{rms} = \frac{\varepsilon_{rms}^2}{R} = I_{rms}^2 R = \frac{I_m^2 R}{2} = \frac{\varepsilon_m^2}{2R}$

আকৃতি গুণাঙ্ক $= \frac{\text{প্রবাহের rms মান}}{\text{প্রবাহের গড়মান}} = \frac{I_{rms}}{I_{avg}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$

শীর্ষ গুণক $= \frac{\text{প্রবাহের সর্বোচ্চ মান}}{\text{প্রবাহের rms মান}} = \frac{I_m}{I_{rms}} = \sqrt{2}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি AC উৎসের বিস্তার 188V এবং 60Hz। এই উৎসের সাথে 35Ω রোধ যুক্ত করা হল। প্রতি সেকেন্ডে উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয় নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 539.2J (b) 639.8 watt
(c) 549.8J (d) 539.84 watt
(e) 504.76 watt ⓔ

Sol^n^: $\frac{H}{t} = \frac{\varepsilon_{rms}^2}{R} = \frac{\left(\frac{188}{\sqrt{2}}\right)^2}{35} = 504.91$ watt

02. একটি 80 Hz কম্পাঙ্কের পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহে প্রবাহ শূন্য থেকে শীর্ষ মানে পৌঁছাতে সময় নেয়- **[SUST'17-18]**

(a) 3.125×10^{-4}s (b) 3.125×10^{-3}s
(c) 3.125×10^{-2}s (d) 6.25×10^{-2}s
(e) 6.25×10^{-3}s ⓑ

Sol^n^: $\frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4 \times 80} = 3.125 \times 10^{-3}$s

03. একটি ac বর্তনীর প্রবাহমাত্রার শীর্ষমান 20A এবং কম্পাঙ্ক 50Hz। প্রবাহমাত্রার গড় বর্গের বর্গমূল মান কত অ্যাম্পিয়ার এবং শূন্য থেকে শীর্ষ মানে পৌঁছাতে কত সেকেন্ড সময় লাগবে? **[SUST'16-17]**

(a) $14.14, 4 \times 10^{-2}$ (b) $11.8, 5 \times 10^{-3}$
(c) $14.14, 5 \times 10^{-3}$ (d) $14.4, 6 \times 10^{-4}$
(e) $11.8, 6 \times 10^{-3}$ ⓒ

Sol^n^: $I_m = 20A$; $I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 14.1421A$;
শীর্ষমানে পৌঁছাতে সময় $= \frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = 5 \times 10^{-3}$s

04. বিদ্যুৎ সরবরাহ ভোল্টেজ যদি 220V হয়, যা বর্গমূলীয় গড় মান নির্দেশ করে, তবে কোন অসতর্ক শক পাওয়া ব্যক্তি সর্বাধিক কত V শক পাবেন? **[SUST'15-16]**

(a) 110 (b) 211 (c) 220 (d) 311
(e) 322 ⓓ

Sol^n^: $\varepsilon_{max} = \sqrt{2} \times \varepsilon_{rms} = \sqrt{2} \times 220$ volt
$= 311.12698$ volt

05. একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের সমীকরণ $I = 30 \sin(396t + \tan^{-1} 31.5)$ হলে তড়িৎ প্রবাহের কম্পাঙ্ক কত Hz হবে? **[SUST'12-13]**

(a) 31.5 (b) 63 (c) 70 (d) 84
(e) 91 ⓑ

Sol^n^: $I = 30 \sin(396t + \tan^{-1} 31.5)$
$\therefore 2\pi f = 396 \therefore f = 63.03 \approx 63$ Hz

06. দিক পরিবর্তী প্রবাহের জন্য শীর্ষমান 100V হলে r.m.s. মান কত? **[BUTEX'11-12]**

(a) 70.7 A (b) 70.7 V
(c) 7.07 V (d) 7.07 A ⓑ

Sol^n^: $\varepsilon_{rms} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7V$

07. একটি আদর্শ ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলীর বিভব পার্থক্যের গড় বর্গের বর্গমূল (r.m.s) মান 100V। উক্ত কুন্ডলীর দুই প্রান্তে 5 ohm রোধ যোগ করা হলে বিদ্যুৎ প্রবাহের শীর্ষমান কত হবে? **[CUET'10-11]**

(a) 20 amp (b) 28.28 amp
(c) 14.14 amp (d) None of these ⓑ

Sol^n^: $I_{rms} = \frac{\varepsilon_{rms}}{R} = \frac{100}{5} = 20A$;
$I_m = I_{rms} \times \sqrt{2} = 20\sqrt{2}A = 28.28A$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের সমীকরণ $i = 30\sin\left(107t + \frac{\pi}{2}\right)$ হলে তড়িৎ প্রবাহের কম্পাঙ্ক, বর্গমূলীয় গড়মান এবং $t = 0$ সময়ে তড়িৎ প্রবাহের মান কত? **[KUET'19-20]**

Solⁿ: সমীকরণটিকে $I = I_m \sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $I_m = 30A, \omega = 107\ \text{rads}^{-1}$

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{107}{2\pi} = 17.03\ \text{Hz}$

প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান, $I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{30}{\sqrt{2}} = 21.21A$

$t = 0$ সময়ে $I = 30\sin\left(0 + \frac{\pi}{2}\right) = 30A$ **(Ans.)**

02. ইমু 100Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক হিটার 160V, 50Hz কম্পাঙ্কের এসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করল। পরে দোলা 120V ডিসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করল। এসি উৎসের গড় ভোল্টেজ বের কর এবং কোন সংযোগ বেশী কার্যকরী? **[BUTEX'19-20]**

Solⁿ: এক্ষেত্রে AC সংযোগে $\varepsilon_{rms} = 160V$

$\therefore \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}} = 160V \ \therefore \varepsilon_m = 160\sqrt{2}V$

$\therefore$ গড় ভোল্টেজ $= \frac{2}{\pi}\varepsilon_m = \frac{2}{\pi} \times 160\sqrt{2}$

$= 144.05V$ **(Ans.)**

আবার, $E_{(DC)} = 120V$

$\therefore \varepsilon_{rms(AC)} > E_{(DC)}$

$\therefore$ AC সংযোগ বেশি কার্যকরী। **(Ans.)**

03. একটি পরিবর্তী প্রবাহকে $I = 100\sin 629t$ এম্পিয়ার দ্বারা প্রকাশ করা হলে, তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান, কম্পাঙ্ক এবং বর্গমূলীয় গড় মান নির্ণয় কর। **[BUET'17-18]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $I = 100\sin 629t \ldots\ldots\ldots$ (i)

$I = I_m \sin\omega t \ldots\ldots\ldots$ (ii)

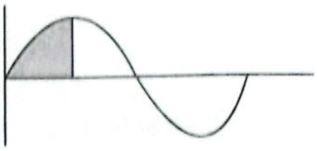
(i) ও (ii) নং তুলনা করে পাই $I_m = 100$ A **(Ans.)**

$\omega = 629 \Rightarrow 2\pi f = 629 \Rightarrow f = 100\text{Hz}$ **(Ans.)**

$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 70.71$ A **(Ans.)**

04. একটি দিক পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের শীর্ষমান 20A এ কম্পাঙ্ক 50 Hz। বিদ্যুৎ প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূলের মা কত ? বিদ্যুৎ প্রবাহ শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌঁছাতে কত সম লাগবে ? **[CUET'08-09**

Solⁿ:



$I_m = 20\ A \therefore I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 14.14\ A$

$f = 50\ \text{Hz}, T = \frac{1}{50}s$

শীর্ষমানে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় $= \frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{50\times4}$

$= \frac{1}{200}s = 5 \times 10^{-3}s$ **(Ans.)**

05. একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের সমীকরণ i: $14.14\sin(314t + 30^\circ)$ amp হলে তড়িৎ প্রবাহের গড়মান, কম্পাংক এবং $t = 0$ সময়ে প্রবাহের মান ক **[CUET'07-0**

Solⁿ: $i = 14.14\sin(314t + 30^\circ)$; $i_m = 14.14$ amp

গড়মান $= 0.637i_m = 9.007$amp; $\omega t = 314t$

$\therefore \omega = 314$

$\frac{2\pi}{T} = 314 \Rightarrow T = 0.02$ sec

$\therefore$ কম্পাঙ্ক $= \frac{1}{T} = 50\text{Hz}$

$t = 0$ হলে, $i = 14.14\sin 30^\circ = 7.07$ amp

06. $i_1 = I_{01}\sin 300t$ এবং $i_2 = I_{02}\sin\left[300\left(t + \frac{T}{6}\right.\right.$ সমীকরণদ্বয় দ্বারা নির্দেশিত (a) প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থ কত? (b) দ্বিতীয় প্রবাহের আদি দশা কত? (c) প্রথম প্রবা কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'03-0**

Solⁿ: (a) দশা পার্থক্য $= 300 \times \frac{T}{6} = 50T$

(b) 50T (c) $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{300}{2\pi} = \frac{150}{\pi}\text{Hz} = 47.75\ \text{Hz}$

07. একটি পরিবর্তী প্রবাহের সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা 15A বিদ্যুৎ প্রবাহ ধনাত্মক হওয়ার মুহূর্ত হতে $\frac{1}{300}$ sec পরে বিদ্য প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। [প্রবাহের কম্পাঙ্ক 50Hz] **[BUTEX'02-03**

Solⁿ: $I_m = 15A, t = \frac{1}{300}$ sec, $f = 50\text{Hz}$

আমরা জানি, $I = I_m \sin\omega t = I_m \sin 2\pi ft$

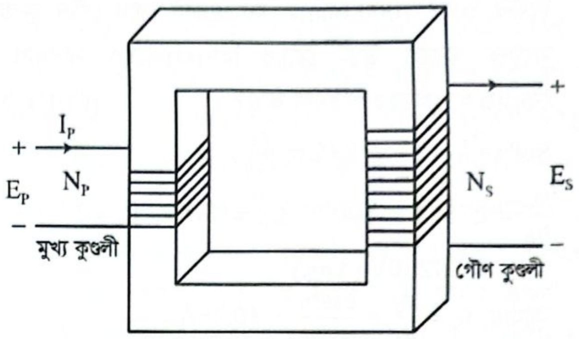
$= 15 \times \sin\left(2 \times 3.14 \times 50 \times \frac{1}{300}\right) = 13A$

$\therefore I = 13A$ (রেডিয়ান **Mode** ব্যবহার করে)

T-05: ট্রান্সফর্মার

কনসেপ্ট রিভিউ

মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা = N_P
মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ = E_P
মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ = I_P
মুখ্য কুণ্ডলীর রোধ = R_P
গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা = N_S
গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ = E_S
গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ = I_S
গৌণ কুণ্ডলীর রোধ = R_S



মুখ্য কুণ্ডলীর ক্ষমতা= $E_PI_P = \frac{E_P^2}{R_P} = I_P^2R_P$

গৌণ কুণ্ডলীর ক্ষমতা = $E_SI_S = \frac{E_S^2}{R_S} = I_S^2R_S$

মুখ্য কুণ্ডলীর ক্ষমতা = গৌণ কুণ্ডলীর ক্ষমতা ∴ $E_PI_P = E_SI_S$

$\therefore \frac{N_P}{N_S} = \frac{E_P}{E_S} = \frac{I_S}{I_P} = \sqrt{\frac{R_P}{R_S}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি স্টেপ আপ ট্রান্সফরমারে 110V সরবরাহ করে সেকেন্ডারীতে 2.5A প্রবাহ পাওয়া গেল। ট্রান্সফরমারের পাক সংখ্যার অনুপাত 1:22 হলে ট্রান্সফরমারটির রেটিং কত হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 6000VA (b) 5.5kVA
(c) 6.05kVA (d) 10kVA
(e) 12.5VA ⓒ

Solⁿ: $\frac{N_P}{N_S} = \frac{E_P}{E_S} \Rightarrow E_S = (110\times 22)V$

∴ রেটিং = E_SI_S = 6050VA = 6.05kVA

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি আরোহী ট্রান্সফরমারে 200V হতে 2000V পাওয়া গেল। যদি মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 300 এবং রোধ 0.5Ω হয় তবে গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা এবং রোধ কত হবে? **[RUET'19-20]**

Solⁿ: $\frac{N_s}{N_p} = \frac{E_s}{E_p}$

$\Rightarrow N_s = \frac{E_s}{E_p}\times N_p = \frac{2000}{200}\times 300 = 3000$

$\frac{R_s}{R_p} = \frac{E_s^2}{E_p^2} \Rightarrow R_s = \left(\frac{E_s}{E_p}\right)^2 \times R_p = \left(\frac{2000}{200}\right)^2 \times 0.5 = 50\Omega$

02. একটি স্টেপআপ ট্রান্সফরমারে 100V সরবরাহ করে 2A প্রবাহ পাওয়া গেল। যদি মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত 1:2 হয়, তবে গৌণ কুণ্ডলীর প্রাপ্ত ভোল্টেজ ও ট্রান্সফরমারের ক্ষমতা নির্ণয় কর। **[RUET'17-18]**

Solⁿ: $\frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p}$

$\Rightarrow E_s = \frac{N_s}{N_p}\times E_p = \frac{2}{1}\times 100 = 200V$ **(Ans.)**

∴ ক্ষমতা, $P = V_s \times I_s = 200\times 2 = 400W$ **(Ans.)**

03. একটি ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যা যথাক্রমে 100 এবং 200। মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ 220 ভোল্ট হলে, গৌণ কুন্ডলীতে কী পরিমাণ ভোল্টেজ সৃষ্টি হবে? **[BUET'06-07; KUET'06-07]**

Solⁿ: $\frac{N_p}{N_s} = \frac{E_p}{E_s}$

$\Rightarrow E_s = \frac{N_sE_p}{N_p} = \frac{200\times 220}{100} = 440$ volt **(Ans.)**

04. একটি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কয়েলের টার্নের অনুপাত 21:1 এবং সেকেন্ডারীতে 20Ω এর রোধ লাগানো আছে। যদি প্রাইমারীতে 220 volt প্রয়োগ করা হয় তাহলে প্রাইমারীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ কত হবে? **[KUET'05-06]**

Solⁿ: $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \Rightarrow \frac{220}{E_s} = \frac{21}{1} \Rightarrow E_s = \frac{220}{21} = 10.476$ volt

$I_s = \frac{E_s}{R} = 0.524A; \frac{I_p}{I_s} = \frac{1}{21}$

$\therefore I_p = \frac{0.524}{21} = 0.025$ A **(Ans.)**

বিকল্প: $\frac{R_p}{R_s} = \left(\frac{N_p}{N_s}\right)^2 = \left(\frac{21}{1}\right)^2 = 441$

$\therefore R_p = 441\times 20 = 8820\Omega$

$\therefore I_p = \frac{E_p}{R_p} = \frac{220}{8820} = 0.025$ A **(Ans.)**

05. একটি ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যা প্রাথমিক কুন্ডলীর পাক সংখ্যার 275 গুণ। ট্রান্সফরমারটির প্রাথমিক কুন্ডলীতে প্রয়োগ বিভব 110 V হলে গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট বিভব কত? 1000 ohms এর একটি রোধ গৌণ কুন্ডলীতে সংযুক্ত করলে উক্ত রোধে বিদ্যুৎপ্রবাহের পরিমাণ এবং বৈদ্যুতিক ক্ষমতার পরিমাণ কত? **[CUET'03-04]**

Sol^n: $\frac{N_s}{N_p}=\frac{E_s}{E_p}\Rightarrow 275=\frac{E_s}{110}$;

$\frac{N_s}{N_p}=275, R=1000\Omega, E_p=110V,\ E_s=?$

$\therefore E_s=30250V$ **(Ans.)**

আবার, $I_S=\frac{E_s}{R_S}=\frac{30250}{1000}=30.25A$

$P=I_S^2R_S=915.063\text{ kW}$ **(Ans.)**

06. একটি আদর্শ ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা প্রাথমিক কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার 275 গুণ। ট্রান্সফর্মারটির প্রাথমিক কুণ্ডলীতে প্রয়োগকৃত বিভব প্রভেদ 100 V হলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট বিভব প্রভেদ কত? গৌণ কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রা 50 mA হলে প্রাথমিক কুণ্ডলীর প্রবাহ মাত্রা কত? **[CUET'10-11]**

Sol^n: এখানে, $\frac{N_s}{N_p}=275$

$I_s=50\times10^{-3}\text{ A}, E_p=100\text{ volt}$

$\frac{I_p}{I_s}=\frac{N_s}{N_p}=275$

$\Rightarrow I_p=275\times50\times10^{-3}\text{ A}=13.75\text{ A}$ **(Ans.)**

আমরা জানি, $\frac{E_s}{E_p}=\frac{N_s}{N_p}$

$\therefore E_s=275\times100=27500\text{ volt}$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. $0.1\text{ m}\times0.05\text{ m}$ মানের একটি আয়তাকার কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা 100। এটিকে 0.1 Wbm^{-2} প্রাবল্যের চৌম্বক ক্ষেত্রের সমকোণে রেখে ক্ষেত্র প্রাবল্য 0.05 sec -এ কমে 0.05 Wbm^{-2} হলো। তাহলে কুন্ডীলতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 0.2V (b) 0.3V (c) 0.5V (d) 1.5V

02. 5 H মানের আবেশ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহ 2 A/s হারে কমতে থাকলে কুণ্ডলীটিতে কত তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 10V (b) 5V (c) 2.5V (d) 1.25V

03. একটি পরিবর্তী বর্তনীর অর্ধচক্রের জন্য গড় প্রবাহ মাত্রা 1.6 A। প্রবাহ মাত্রার শীর্ষমান কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 2.51A (b) 2.58A (c) 2.63A (d) 2.71 A

04. 10 henry স্বকীয় আবেশের একটি আবেশকের মধ্যদিয়ে 12 A বিদ্যুৎ প্রবাহমান। এতে 50 ms-এ 600 V তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হলে তড়িৎপ্রবাহের মান কত? [তপন স্যার]
(a) 6 A (b) 9 A (c) 12 A (d) 15 A

05. একটি স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মারে 100 V সরবরাহ করে গৌণ-কুণ্ডলীতে 2 A তড়িৎপ্রবাহ পাওয়া যায়। ট্রান্সফর্মারটির মুখ্য ও গৌণ-কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা অনুপাত 1:20 হলে মুখ্য-কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ হবে– [তপন স্যার]
(a) 40 A (b) 80 A (c) 200 A (d) 100 A

06. $i=i_1\sin\omega t+i_2\cos\omega t$ দিক পরিবর্তী প্রবাহের মূল গড় বর্গ মান কোনটি? [প্রামাণিক স্যার]
(a) $\frac{i_1+i_2}{\sqrt{2}}$ (b) $\sqrt{\frac{i_1^2+i_2^2}{2}}$ (c) $\frac{i_1+i_2}{2}$ (d) $\frac{\sqrt{i_1^2+i_2^2}}{2}$

07. একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহমাত্রার কম্পাংক 50 Hz. শীর্ষমানে পৌঁছানোর সময় হলো– [প্রামাণিক স্যার]
(a) $\frac{1}{50}$ s (b) $\frac{1}{200}$ s (c) $\frac{1}{100}$ s (d) $\frac{1}{75}$ s

08. অর্ধচক্রের জন্য I_{avg} এর মান কত? [প্রামাণিক স্যার]
(a) $\frac{2}{\pi}I_0$ (b) $2\pi I_0$ (c) $3\pi I_0$ (d) $4\pi I_0$

09. 120V এর ব্যাটারীর সাথে 5Ω রোধের একটি তার কুণ্ডলী যুক্ত আছে। বর্তনীর স্থির প্রবাহমাত্রা 20A থেকে শূন্যে নামতে 0.04s সময় লাগে। কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত?
(a) 2H (b) 2.5H (c) 0.04H (d) 3H

10. 10H স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বিশিষ্ট একটি আবেশকের মধ্য দিয়ে 2A মানের তড়িৎ প্রবাহ চালু আছে। আবেশকটিতে কত হারে তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস– বৃদ্ধি করলে 100V মানের তড়িচ্চালক শক্তি পাওয়া যাবে?
(a) 1 As^{-1} (b) 10 As^{-1} (c) 100 As^{-1} (d) 50 As^{-1}

MCQ উত্তরমালা

01. c	02. a	03. a	04. b	05. a
06. b	07. b	08. a	09. c	10. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য 40 cm, ব্যাসার্ধ 4 cm এবং পাক সংখ্যা 400। এতে 5A প্রবাহমাত্রা চলছে। একটি সুইচের সাহায্যে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা 10^{-2} sec সময়ে শূন্য করা হলে খোলা সুইচের দুই প্রান্তে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কত হবে? $[\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{Wb A}^{-1}\ \text{m}^{-1}]$ [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 1.2633 Volt]**

02. 100 Ω রোধ এবং 200 পাকবিশিষ্ট একটি কুণ্ডলী 0.8 mWb শক্তি সম্পন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রে অবস্থিত। এটি একটি 500 Ω রোধবিশিষ্ট গ্যালভানোমিটারের সঙ্গে শ্রেণিতে যুক্ত। যদি 0.1 s-এ কুণ্ডলীকে বর্তমান চৌম্বক ক্ষেত্র থেকে 0.1 mWb শক্তির চৌম্বক ক্ষেত্রে নিয়ে যাওয়া হয়, তাহলে গড় তড়িচ্চালক বল ও প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 2.3333×10^{-3} A]**

03. দুটি কুণ্ডলীর পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 0.05 henry। প্রথম কুণ্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ $I = I_0 \sin \omega t$। এখানে $I_0 = 10$ A এবং $\omega = 100\pi\ \text{rads}^{-1}$। দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বলের সর্বোচ্চ মান নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 157.1 Volt]**

04. 90% কর্মদক্ষতার একটি ট্রান্সফরমারের প্রাথমিক ভোল্টেজ 110V এবং ইনপুট ক্ষমতা 5kW। গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ 220V হলে, প্রাথমিক ও গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ কত? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 45.4545A; 20.4545 A]**

05. একটি স্টেপ আপ ট্রান্সফরমারে 150V সরবরাহ করে 2A প্রবাহ পাওয়া গেল। এর মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর অনুপাত 1:20 হলে গৌণ কুণ্ডলীতে প্রাপ্ত ভোল্টেজ, মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা ও ট্রান্সফরমারের সক্ষমতা নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 3000V, 40A, 6kW]**

06. 15 ও'ম রোধবিশিষ্ট একটি কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা ৪00 এবং যে কোনো মুহূর্তে এর মধ্য দিয়ে 6×10^{-4} Wb ফ্লাক্স প্রবাহিত হচ্ছে। 0.1 sec সময়ে প্রবাহিত ফ্লাক্স কমে 0.4×10^{-4} Wb হলে (ক) আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল ও (খ) কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত চার্জ নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 4.48V; 0.02987 C]**

07. একটি কুণ্ডলীর L = 2mH। এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ হলো $I = t^2e^{-t}$ A। প্রারম্ভিক মুহূর্ত থেকে কত সময় পরে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল শূন্য হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: অর্থাৎ, t = 2s হয়।]**

08. 20Ω রোধের একটি কুণ্ডলীর সাথে সংশ্লিষ্ট ফ্লাক্স পাওয়া যায়: $\varphi = (5t^2 - 4t + 2)$ Wb। 0.3s পরে কুণ্ডলীতে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: তড়িৎ প্রবাহ 0.5A]**

09. 0.1 s এ প্রাথমিক কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ 20A পৌঁছায়। যদি গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল 100V হয় তবে উভয় কুণ্ডলীর মধ্যে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক ও গৌণ কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 0.5 H, 10 Wb]**

10. 1m দীর্ঘ 12 cm ব্যাস এবং 400 পাকের একটি সলিনয়েডে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত হবে? এর ভেতর দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহের জন্য চৌম্বক ক্ষেত্রে কী পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: L = 0.002274 H, 0.004548 J]**

11. একটি পরিবর্তী বর্তনীর প্রবাহ মাত্রার শীর্ষ মান 5 A এবং কম্পাঙ্ক 50 Hz। এর গড় বর্গের বর্গমূল মান নির্ণয় কর। শূন্য থেকে শীর্ষ মানে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে? [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 0.005 s]**

12. একটি পরিবর্তী প্রবাহকে $i = 10 \sin 100\pi t$ দ্বারা প্রকাশ করা হলো। কম্পাঙ্ক, প্রবাহ মাত্রার শীর্ষমান এবং মূল গড় বর্গ মান নির্ণয় কর। [ইস্হাক স্যার] **[Ans: 50HZ, 10A, 7.071A]**

13. 100 পাকের একটি ঘন সন্নিবিষ্ট কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 0.1 m। এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। দেয়া আছে, $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{TmA}^{-1})$ [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 1.974mH]**

14. 120 V এর একটি ব্যাটারীর সাথে 5 Ω রোধের একটি তার কুণ্ডলী যুক্ত আছে। বর্তনীর স্থির প্রবাহমাত্রা 20A থেকে শূন্যে নামতে 0.04s সময় লাগে। কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 0.04H]**

15. 40 পাক ও 0.5 m^2 ক্ষেত্রফলের একটি কুণ্ডলীকে 0.5 T-এর একটি চৌম্বকক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে 50 বার ঘুরানো হচ্ছে। কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের সর্বোচ্চ মান নির্ণয় কর। কুণ্ডলীর রোধ 10 Ω হলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ কত হবে? [প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 3141.6V, 314.16 A]**

16. একটি 1.5 μF ধারককে 57 V বিভবে আহিত করা হলো। এরপর চার্জিং ব্যাটারিটি বিচ্ছিন্ন করে ধারকটির দুই প্রান্তে একটি 12 mH কুণ্ডলী যুক্ত করা হলো, ফলে LC স্পন্দন সৃষ্টি হলো। .কুণ্ডলীতে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ কত হবে? ধরে নাও বর্তনীতে কোনো রোধ নেই। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: 0.637 A]**

17. একটি ছোট জেনারেটরের আর্মেচার 120 পাকের একটি সমতল বর্গাকার কুণ্ডলী দিয়ে গঠিত, যার প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 1.60cm। কুণ্ডলীটি 0.0750T মানের চৌম্বক ক্ষেত্রে ঘুরে। যদি সর্বোচ্চ উৎপাদিত তড়িৎচালক শক্তি 24.0 mV হয়, তবে কুণ্ডলীটির কৌণিক দ্রুতি কত? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans: 10.4 rads^{-1}]**

18. একটি ট্রেনের বেল অক্ষদণ্ডের দৈর্ঘ্য 1.5 m. ট্রেনটি 72 km/hr বেগে উত্তর দিকে গতিশীল। ঐ স্থানে পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য 3.4×10^{-5}T এবং অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত হলে ট্রেনটির বেল অক্ষদণ্ডের দু'প্রান্তের আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কত হবে?

19. কোনো দিক পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান 5A এবং এর কম্পাঙ্ক 60 Hz। এর গড়বর্গের বর্গমূল মান কত? শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে?

20. কুণ্ডলীসহ একটি চুম্বক ক্ষেত্রের t সময়ে চৌম্বক ফ্লাক্সের সমীকরণ $\phi = 5t^3 - 100t + 300$। 3 সে. পরে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান কত হবে?

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (c);** $\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt} = -NA\frac{dB}{dt}$

$$= -100 \times 0.1 \times 0.05 \times \left(\frac{0.05-0.1}{0.05}\right) = -0.5\text{ V}$$

$\therefore E = 0.5V$

02. **Sol^n: (a);** $\varepsilon = L\frac{dI}{dt} = (5 \times 2) = 10\text{ V}$

03. **Sol^n: (c);** $I_{max} = \frac{\pi}{2}I_{avg} = \frac{\pi}{2} \times 1.6 = 2.513A \approx 2.51A$

06. **Sol^n: (b);** প্রবাহের শীর্ষমান $I_0 = \sqrt{i_1^2 + i_2^2}$, সুতরাং মূল গড় বর্গ মান $I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{i_1^2+i_2^2}{2}}$।

07. **Sol^n: (b);** $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}s$

শীর্ষমানে পৌঁছানোর সময় $= \frac{T}{4} = \frac{1}{4\times50}s = \frac{1}{200}s$

09. **Sol^n: (c);** $\varepsilon = L\frac{dI}{dt}$, $\varepsilon = 120 - 20 \times 5 = 20\text{ V}$

$\therefore 20 = L \times \frac{20}{0.04} \Rightarrow L = 0.04\text{ H}$

10. **Sol^n: (b);** $v = \frac{L\Delta I}{\Delta t}; \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{100}{10} = 10\text{ V}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** $\varepsilon = N\frac{d\varphi}{dt} = N\frac{d}{dt}(BA) = N\frac{d}{dt}\left(\frac{\mu_0 NI}{l} \cdot A\right)$

$\Rightarrow \varepsilon = \mu_0\frac{N^2A}{l}\frac{dI}{dt} \Rightarrow \varepsilon = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{400^2\times\pi\times0.04^2}{0.4} \times \frac{0-5}{10^{-2}}$

$\therefore \varepsilon = 1.2633$ Volt **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt} = 200 \times \frac{0.8\times10^{-3}-0.1\times10^{-3}}{0.1} \therefore \varepsilon = 1.4$

$\therefore I = \frac{\varepsilon}{R_1+R_2} = \frac{1.4}{100+500} = 2.3333 \times 10^{-3}$ A **(Ans.)**

03. **Sol^n:** $\varepsilon_2 = -M\frac{dI}{dt} = -M\frac{d}{dt}(I_0 \sin\omega t) = -MI_0\omega\cos\omega t$

$\therefore \varepsilon_{2(max)} = MI_0\omega = (0.05 \times 10 \times 100\pi) = 50\pi$

$= 157.1$ Volt **(Ans.)**

04. **Sol^n:** $P_p = E_pI_p \Rightarrow I_p = \frac{5000}{110} = 45.4545$ A **(Ans.)**

$P_s = (0.9 \times 5)kW = 4.5kW = 4500\text{ W}$

$\therefore I_s = \frac{P_s}{E_s} = \frac{4500}{220} = 20.4545$ A **(Ans.)**

05. **Sol^n:** $E_s = \frac{N_s}{N_p} \times E_p = \frac{20}{1} \times 150 = 3000V$ **(Ans.)**

$I_P = \frac{N_s}{N_p} \times I_s = \frac{20}{1} \times 2 = 40A$ **(Ans.)**

$P = E_sI_s = 3000 \times 2 = 6000W = 6kW$ **(Ans.)**

06. **Sol^n:** $E = -N\frac{d\phi}{dt} = 800 \times \frac{6\times10^{-4}-0.4\times10^{-4}}{0.1} = 4.48V$

$I = \frac{E}{R} = \frac{4.48}{15} = 0.2987A$

$\therefore Q = It = 0.02987$ C **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $\varepsilon = -L\frac{dI}{dt} = L \times \frac{d}{dt}(t^2 e^{-t})$

$\Rightarrow \varepsilon = -L \times (-t^2e^{-t} + e^{-t} \times 2t) \Rightarrow \varepsilon = -e^{-t}Lt(t-2)$

$\therefore \varepsilon = 0$ হবে যদি, $t - 2 = 0$ হয়

অর্থাৎ, $t = 2s$ হয়। **(Ans.)**

08. **Sol^n:** $E = -N\frac{d\varphi}{dt} = -1 \times \frac{d}{dt}(5t^2 - 4t + 2) = (4 - 10t)$

$\therefore t = 0.3$ sec এ, $I = \frac{E}{R} = \frac{4-10\times0.3}{20} = 0.05A$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ 0.5A **(Ans.)**

09. **Sol^n:** $|E| = |M\frac{dI}{dt}| \Rightarrow M = \frac{100}{\frac{20}{0.1}} = \frac{100}{200} = 0.5$ H **(Ans.)**

এবং $|E| = |N\frac{d\phi}{dt}| \Rightarrow |d\phi| = \frac{|E|dt}{N} = \frac{100\times0.1}{1} = 10$ Wb **(Ans.)**

10. **Sol^n:** $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times400^2\times\pi\times0.06^2}{1}$

$\therefore L = 0.002274$ H **(Ans.)**

$\therefore U = \frac{1}{2}LI^2 = 0.004548$ J **(Ans.)**

11. **Sol^n:** $I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}A = 3.5355$ A

সময়, $t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4\times50} = 0.005$ s **(Ans.)**

12. **Sol^n:** $i = 10\sin100\pi t$

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50$ Hz

শীর্ষমান, $I_{max} = 10$ A

$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}A = 5\sqrt{2}A = 7.071A$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** $L = \frac{N\phi}{I} = N\frac{BA}{I} = N \cdot \frac{\mu_0 NI\pi r^2}{2r \cdot I}$

$\Rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2\pi r}{2} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times100^2\times\pi\times0.1}{2}$

$\therefore L = 0.001974\text{ H} = 1.974\text{mH}$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** $I = \frac{E-E'}{R} \Rightarrow E' = E - IR$

$\therefore E' = (120 - 20 \times 5) = 20V$

$\therefore$ স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, $L = |\frac{E'}{\frac{dI}{dt}}| = \frac{20}{\frac{20}{0.04}} = 0.04H$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** $\varepsilon(t) = NBA\omega\sin(\omega t)$

$\therefore \varepsilon_{max} = NBA\omega = NBA \times 2\pi f$

$= (40 \times 0.5 \times 0.5 \times 2\pi \times 50)$

$= 3141.6V$ **(Ans.)**

$\therefore I_{max} = \frac{E_{max}}{R} = \frac{3141.6}{10} = 314.16$ A **(Ans.)**

16. **Sol^n:** শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে, ধারকের সর্বোচ্চ শক্তি = আবেশকে সর্বোচ্চ শক্তি।

$\frac{1}{2}CV_{max}^2 = \frac{1}{2}LI_{max}^2$

$I_{max} = V_{max}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$I_{max} = 57\sqrt{\frac{1.5\times10^{-6}}{12\times10^{-3}}} \approx 0.637$ A **(Ans.)**

17. **Sol^n:** কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল $A = (1.60\text{ cm})^2$

$= (0.016\text{ m})^2 = 2.56 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

আমরা জানি,

$\Rightarrow$ সর্বোচ্চ তড়িৎচালক শক্তি $\varepsilon_{max} = NBA\omega$

$\omega = \frac{\varepsilon_{max}}{NBA}$

$\omega = \frac{24.0\times10^{-3}}{120\times0.0750\times2.56\times10^{-4}} \approx 10.4\text{ rads}^{-1}$ **(Ans.)**

18. **Sol^n:** $\varepsilon = Blv\sin\theta = 3.4 \times 10^{-5} \times 1.5 \times \frac{72}{3.6} \times \sin30°$

$= 5.1 \times 10^{-4}V$

19. **Sol^n:** আমরা জানি, $I_{rms} = 0.707\, I_0 = 0.707 \times 5A$

$= 3.535A$ **(Ans.)**

পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f}$; আবার সর্বোচ্চমানে পৌঁছানোর সময়,

$t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4\times60Hz} = 4.16 \times 10^{-3}$ s **(Ans.)**

20. **Sol^n:** Given, $\phi = 5t^3 - 100t + 300$

We know, $E = \frac{d\phi}{dt} = 15t^2 - 100$

$\therefore$ 3s পর $E = 15 \times 3^2 - 100 = 35$ volts **(Ans.)**

অধ্যায় ০৬

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

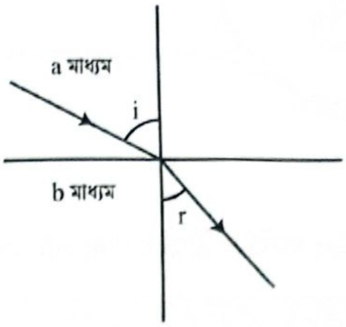
টপিক অ্যানালাইসিস

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, প্রতিসরণাঙ্ক ও সংকট কোণ	28	21	BUET’12-13, 11-12, 10-11 KUET’15-16, 13-14, 11-12; RUET’13-14, 12-13, 11-12, 10-11; CUET’13-14, 11-12, 10-11; BUTEX'16-17, 15-16, 13-14, 11-12; SUST'16-17, 12-13, 11-12, 10-11;	BUET'18-19, 12-13, 05-06, 04-05, 02-03, 01-02; KUET’11-12, 03-04; RUET’11-12, 08-09; 07-08; CUET’03-04; BUTEX’09-10, 08-09, 05-06, 04-05, 03-04, 00-01;
✪✪	**T-02:** প্রিজমে প্রতিসরণ	10	4	BUET’13-14; KUET'13-14, 17-18; RUET’13-14; CUET’13-14, 11-12; BUTEX'16-17, 13-14; SUST'16-17, 12-13;	BUET’01-02 RUET’15-16; BUTEX’10-11, 00-01;
✪✪✪	**T-03:** গোলীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরণ, লেন্স ও রৈখিক বিবর্ধন	6	12	BUET’10-11; KUET'18-19, 12-13, 10-11; BUTEX'16-17; SUST'25-26, 16-17	BUET’19-20, 14-15, 11-12, 10-11, 09-10, 02-03, 01-02; KUET’04-05; RUET’09-10; CUET’07-08; BUTEX'18-19, 02-03;
✪✪✪	**T-04:** লেন্সের ক্ষমতা ও তুল্য লেন্স	17	10	BUET’13-14, 11-12; KUET’15-16, 10-11; RUET’14-15, 13-14, 11-12; CUET’15-16, 13-14, 14-15; BUTEX’15-16, 14-15,12-13; SUST’14-15, 12-13;	BUET'17-18, 16-17; KUET'19-20; RUET’06-07; CUET’09-10,05-06, 03-04; BUTEX’11-12;
✪	**T-05:** অণুবীক্ষণ যন্ত্র	5	2	KUET'18-19, 17-18, 16-17, 10-11; CUET’15-16	KUET’04-05, 03-04
✪	**T-06:** নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র	7	3	BUET’13-14, 12-13; KUET’14-15 RUET’11-12; BUTEX’11-12; SUST’11-12, 10-11	BUET’03-04, 00-01; CUET’03-04

T-01: আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, প্রতিসরণাঙ্ক ও সংকট কোণ

কনসেপ্ট রিভিউ



- চিত্রের ন্যায় আলো যদি ‘a’ মাধ্যম থেকে ‘b’ মাধ্যমে প্রবেশ করে এবং ‘a’ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = μ_a ও ‘b’ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = μ_b হয়, তবে–
- ‘a’ মাধ্যমের সাপেক্ষে ‘b’ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক–

$$_a\mu_b = \frac{\mu_b}{\mu_a} = \frac{c_a}{c_b}$$
$$= \frac{\lambda_a}{\lambda_b}$$
$$= \frac{1}{_b\mu_a} = \frac{u}{v}$$

যেখানে–

μ_b = ‘b’ মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক

μ_a = ‘a’ মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক

c_a = ‘a’ মাধ্যমে আলোর বেগ

c_b = ‘b’ মাধ্যমে আলোর বেগ

λ_a = ‘a’ মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য

λ_b = ‘b’ মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য

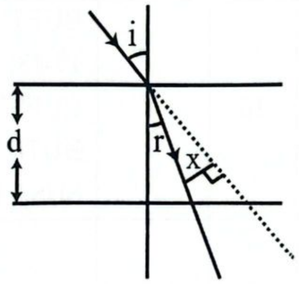
u = প্রকৃত দূরত্ব/প্রকৃত গভীরতা/প্রকৃত দৈর্ঘ্য/লক্ষ্যবস্তুর দূর

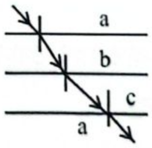
v = আপাত দূরত্ব/আপাত গভীরতা/আপাত দৈর্ঘ্য/বিম্বের দূর

- স্নেলের সূত্র: $_a\mu_b = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\mu_b}{\mu_a}$

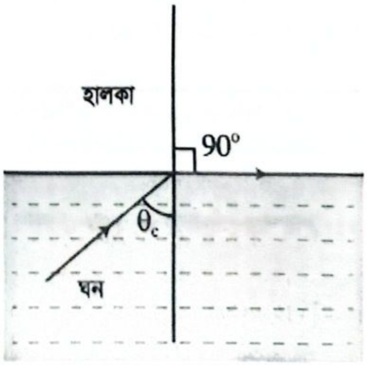
$$\boxed{\underset{\text{a মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক}}{\underset{\downarrow}{\mu_a}} \times \underset{\text{a মাধ্যমে কোণ}}{\sin \underset{\downarrow}{i}} = \underset{\text{b মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক}}{\underset{\downarrow}{\mu_b}} \times \underset{\text{b মাধ্যমে কোণ}}{\sin \underset{\downarrow}{r}}}$$

- পার্শ্ব সরণ, $x = \frac{d.\sin(i-r)}{\cos r}$ [‘b’ মাধ্যমকে কাঁচফলক বিবেচনা করলে কাঁচফলকের পুরুত্ব = d]



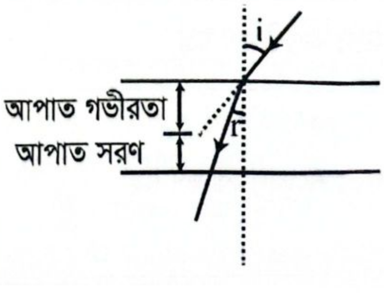


- পরপর রাখা কয়েকটি সমান্তরাল মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণ: $_a\mu_b \times {_b\mu_c} \times {_c\mu_a} = 1$



- চিত্র অনুযায়ী সংকট কোণ = θ_c হলে, $\sin\theta_c = \frac{\mu_{\text{হালকা}}}{\mu_{\text{ঘন}}} = \frac{1}{\frac{\mu_{\text{ঘন}}}{\mu_{\text{হালকা}}}} = \frac{1}{_{\text{হালকা}}\mu_{\text{ঘন}}}$

[যদি হালকা মাধ্যম শূন্য মাধ্যম বা বায়ু হয়, অর্থাৎ $\mu_{\text{হালকা}} = 1$ এবং $\mu_{\text{ঘন}} = \mu$ হয়, তবে $\sin\theta_c = \frac{1}{\mu}$]



- কোনো তরলের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \frac{\text{প্রকৃত গভীরতা}}{\text{আপাত গভীরতা}}$ এবং আপাত সরণ = প্রকৃত গভীরতা – আপাত গভীরতা = u – v

➤ সমতল, উত্তল বা অবতল দর্পণের জন্য দর্পণের মেরু বিন্দু থেকে বস্তুর দূরত্ব, বিম্বের দূরত্ব ও ফোকাস দূরত্বের মধ্যবর্তী সম্পর্ক সূচক সূত্রটি হলো:

$$\boxed{\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}}$$

যেখানে, u = আয়না থেকে বস্তুর দূরত্ব
v = আয়না থেকে বিম্বের দূরত্ব
f = ফোকাস দূরত্ব

সূত্রে রাশিগুলোর মান যথার্থ চিহ্ন সহকারে বসাতে হয়।

আয়নার প্রকৃতি	u	v		f
সমতল	(+)	(−) [অবাস্তব বিম্ব]		∞
উত্তল	(+)	(−) [অবাস্তব বিম্ব]		(−) [অবাস্তব দূরত্ব]
অবতল	(+)	(+) [বাস্তব বিম্ব]	(−) [অবাস্তব বিম্ব]	(+)

বিবর্ধন, $m=\frac{-v}{u}$ [m = (+ve) হলে সোজা বিম্ব, m = (−ve) হলে উল্টা বিম্ব]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. প্রতিসরণের সময় যে রাশিটি পরিবর্তন হয় না- **[BUTEX'16-17]**

(a) দিক (b) দ্রুতি
(c) কম্পাঙ্ক (d) তরঙ্গদৈর্ঘ্য ⓒ

Sol

02. অপটিকাল ফাইবার কোন পদ্ধতিতে কাজ করে? **[SUST'16-17]**

(a) আলোকের প্রতিফলন
(b) আলোকের প্রতিসরণ
(c) আলোকের পূর্ণ অভ্যন্তরীন প্রতিফলন
(d) আলোকের অপবর্তন
(e) আলোকের ব্যতিচার ⓒ

03. বাতাস মাধ্যমে লাল ও বেগুনি আলোর বেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সত্য? **[BUTEX'15-16]**

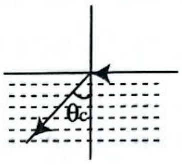
(a) $v_R > v_V$ (b) $v_R < v_V$
(c) $v_R = v_V$ (d) $v_R \approx v_V$ ⓐ

Sol^n: লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশী বলে লাল আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কম হয়, তাই শূন্য ব্যতীত অন্য যেকোনো মাধ্যমে লাল আলোর বেগ বেগুনি আলোর বেগের চেয়ে বেশি হয়।

04. একজন ডুবুরী পানির ভেতর থেকে অস্তগামী সূর্যকে কত ডিগ্রী কোণে দেখবে? **[BUTEX'15-16, 11-12]**

(a) অনুভূমিকের সাপেক্ষে 41°
(b) অনুভূমিকের সাপেক্ষে 49°
(c) অনুভূমিকের সাপেক্ষে 0°
(d) অনুভূমিকের সাপেক্ষে 45° ⓐ

Sol^n:



$$\theta_c=\sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)=\sin^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)=48.59^o$$

∴ অনুভূমিকের সাপেক্ষে কোণ $=90^o-48.59^o$
$=41.41^o \approx 41^o$

05. বায়ুর সাপেক্ষে কাচের সংকট কোণ 42° এবং বায়ুর সাপেক্ষে পানির সংকট কোণ 48° হলে, পানির সাপেক্ষে কাচের সংকট কোণ কত? **[KUET'15-16]**

(a) 64.21° (b) 62.2° (c) 55.8° (d) 60°12′
(e) 63°58′ ⓐ

Sol^n: $\mu_g=\frac{1}{\sin\theta_{cg}}$, $\mu_w=\frac{1}{\sin\theta_{cw}}$

$$\therefore\ {}_w\mu_g=\frac{\mu_g}{\mu_w}=\frac{1}{\sin\theta_c}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sin\theta_c}=\frac{\sin\theta_{cw}}{\sin\theta_{cg}}=\frac{\sin 48^o}{\sin 42^o}$$

$$\therefore\ \theta_c=\sin^{-1}\left(\frac{\sin 42^o}{\sin 48^o}\right)=64.21^o$$

06. 1টি অবতল দর্পণ হতে 0.15m এবং 0.10m সামনে অনুবন্ধী ফোকাস দু'টি অবস্থিত। দর্পণের ফোকাস দূরত্ব হবে? **[BUTEX'13-14]**

(a) 6cm (b) 8cm (c) 6.5cm (d) 5.6cm ⓐ

Sol^n: $f=(u^{-1}+v^{-1})^{-1}=0.06m=6cm.$

07. একটি পর্দা থেকে 30cm দূরে একটি মোমবাতি রাখা আছে। পর্দার উপর মোমবাতির একটি 3 গুণ বিবর্ধিত বিম্ব পেতে হলে তোমাকে কত ফোকাস দূরত্বের দর্পণ ব্যবহার করতে হবে? **[CUET'13-14]**

(a) −22.5 cm (b) 11.25 cm
(c) 5.63 cm (d) None of these ⓑ

Sol^n: প্রশ্নমতে, $v = u + 30$, $\frac{v}{u} = 3$ $\therefore \frac{u+30}{u} = 3$

$\therefore u = 15cm$; $v = 45cm$ $\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{15} + \frac{1}{45} = 0.089$

$\therefore f = 11.25$ cm

08. পানি ও হীরকের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.33 এবং 2.4 হলে হীরকে আলোর বেগ কত? পানিতে আলোর বেগ $2.28 \times 10^8 m/sec$. **[RUET'13-14]**

(a) $2.26 \times 10^8 m/sec$ (b) $3.26 \times 10^8 m/sec$
(c) $1.26 \times 10^8 m/sec$ (d) $3.28 \times 10^8 m/sec$
(e) None ⓒ

Sol^n: $\frac{\mu_d}{\mu_w} = \frac{c_w}{c_d}$

$\therefore v_d = \frac{\mu_w c_w}{\mu_d} = \frac{1.33 \times 2.28 \times 10^8}{2.4} = 1.26 \times 10^8 ms^{-1}$.

09. কোন পুকুরের তলদেশে একটি মাছকে 3m নীচে দেখা যায়। পানির প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$ হলে, পুকুরটির প্রকৃত গভীরতা কত? **[RUET'13-14, 10-11]**

(a) 9m (b) 6m (c) 8m (d) 4m
(e) None ⓓ

Sol^n: $\mu = \frac{\text{প্রকৃত গভীরতা}}{\text{আপাত গভীরতা}}$

$\therefore$ প্রকৃত গভীরতা $= 3 \times \frac{4}{3} = 4m$.

10. একটি অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব 20 cm। দর্পণটি হতে কত দূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে চার গুণ আকারের একটি বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়? **[RUET'13-14; KUET'13-14, 11-12; SUST'12-13]**

(a) 20 cm (b) 25 cm (c) 15 cm (d) 30 cm
(e) None ⓑ

Sol^n: $\frac{v}{u} = 4, v = 4u; \frac{1}{4u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{20} \Rightarrow u = 25cm$

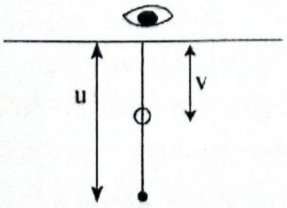
11. কোন রঙের কাঁচে আলোর বেগ সবচেয়ে কম? **[BUET'12-13]**

(a) বেগুনী (b) নীল (c) সবুজ (d) লাল ⓐ

12. উপর হতে লম্বভাবে পানির 3m নিচে রাখা কোন বস্তুর পর্যবেক্ষকের দিকে আপাত সরণ কত হবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) 0.62m (b) 0.74m
(c) 0.83m (d) 0.92m ⓑ

Sol^n:



$u = 3$ m, $v = ?$, $\mu = 1.33$

$\mu = \frac{u}{v} \Rightarrow 1.33 = \frac{3}{v} \Rightarrow v = 2.2556$

$\therefore$ আপাত সরণ $= u - v = 3 - 2.2556 = 0.74$ m

13. 1m বক্রতার ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট 1টি অবতল দর্পণের মেরুবিন্দু হতে 1m দূরে একটি বস্তু রাখা হলো। প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ণয় কর। **[RUET'12-13]**

(a) 1 m (b) 2 m (c) 3 m (d) 4 m
(e) 3.5 m ⓐ

Sol^n: বক্রতার কেন্দ্রে বস্তু রাখলে বক্রতার কেন্দ্রেই প্রতিবিম্ব তৈরি হয়।

14. বাতাসে সোডিয়াম আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5.89×10^{-7}m। যে কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক 1.52 তাতে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? **[RUET'12-13]**

(a) 3.875×10^{-6} m (b) 38.75×10^{-7} m
(c) 38.75×10^{-6} m (d) 35.87×10^{-7} m
(e) 3.875×10^{-7} m ⓒ

Sol^n: $\lambda_g = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5.89 \times 10^{-7}}{1.52} = 3.875 \times 10^{-7} m$

15. h উচ্চতার একটি সুইমিং পুলের কত গভীর পর্যন্ত পানি দিয়ে পূর্ণ করলে মনে হবে যে তা অর্ধেক পূর্ণ হয়েছে? **[BUET'11-12]**

(a) $\frac{3}{4}h$ (b) $\frac{2}{3}h$ (c) $\frac{5}{7}h$ (d) $\frac{3}{5}h$ ⓑ

Sol^n: গভীরতা h হলে, $\mu = \frac{u}{v} = \frac{h'}{\frac{h}{2}}$

পানির ক্ষেত্রে, $\mu = \frac{4}{3} \therefore \frac{4}{3} = \frac{h'}{\frac{h}{2}} \Rightarrow h' = \frac{4}{3} \times \frac{h}{2} = \frac{2}{3} \times h$

16. একটি দর্পণের 20cm সামনে লক্ষ্যবস্তু স্থাপন করলে 60cm পিছনে বিম্ব গঠিত হয়, দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব কত? **[RUET'11-12]**

(a) 40cm (b) 30cm (c) 50cm (d) 20cm
(e) 60cm ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{20} - \frac{1}{60} = \frac{1}{f}$ $\therefore f = 30cm$

[$u = 20$ cm; $v = -60$cm $\because$ বিম্ব অবাস্তব]

17. মরিচিকা দ্বারা প্রাপ্ত প্রতিবিম্ব কী প্রকারের? **[CUET'11-12]**

(a) Imaginary (b) Real
(c) Both real and imaginary (d) None of these ⓐ

18. বাতাসে কাচের সংকট কোণ (Critical angle) 41.8°, পানিতে ডোবানো অবস্থায় কাচের সংকট কোণ কত? [পানির প্রতিসরাংক 1.33] **[SUST'11-12, 10-11]**

(a) 42° (b) 45° (c) 55° (d) 57°
(e) 62° ⓒ

Sol^n: $\sin\theta_c = \frac{1}{\mu_g} \Rightarrow \mu_g = \frac{1}{\sin 41.8^o}$

$\therefore \sin\theta_c{}' = \frac{1}{{}_w\mu_g} = {}_g\mu_w = \frac{\mu_w}{\mu_g} = 1.33 \sin 41.8^o$

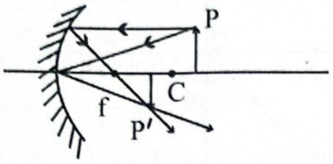
$\theta_c' = \sin^{-1}(1.33 \sin 41.8^o) = 62.44^o \approx 62^o$

19. অবতল দর্পণের বক্রতার কেন্দ্রের বাহিরে বস্তু স্থাপন করলে প্রতিবিম্ব সর্বদা হবে- **[BUET'10-11]**

(a) বাস্তব, সোজা ও খর্বিত (b) অবাস্তব, সোজা ও বিবর্ধিত

(c) অবাস্তব, উল্টো ও খর্বিত (d) বাস্তব, উল্টো ও খর্বিত ⓓ

Solⁿ:



বাস্তব, উল্টো ও খর্বিত

20. একটি অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 48cm । দর্পণটি হতে 24cm দূরে একটি বস্তু রাখা হল। প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ণয় কর। **[RUET'10-11]**

(a) None (b) 0 (c) 36cm (d) 18cm

(e) ∞ ⓔ

Solⁿ: $\frac{1}{f} = \frac{2}{r} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$

$\Rightarrow \frac{2}{48} = \frac{1}{v} + \frac{1}{24}$

$\Rightarrow \frac{1}{v} = 0$

$\therefore v = \infty$

21. কাচের প্রতিসরাংক 1.45 হলে কাচের ভিতরে আলোর গতিবেগ কত? **[SUST'10-11]**

(a) $1.45 \times 10^8 ms^{-1}$ (b) $2.07 \times 10^8 ms^{-1}$

(c) $3.00 \times 10^8 ms^{-1}$ (d) $4.35 \times 10^8 ms^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $\frac{\mu_a}{\mu_g} = \frac{c_g}{c_a}$

$\Rightarrow c_g = \frac{\mu_a}{\mu_g} c_a = \frac{1}{1.45} \times 3 \times 10^8$

$= 2.07 \times 10^8\ ms^{-1}$

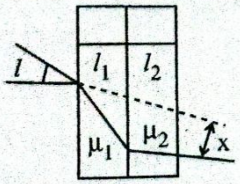
22. আলো যখন বাতাস থেকে কাঁচে প্রবেশ করে তখন তার- **[SUST'10-11]**

(a) কম্পন বৃদ্ধি পায় (b) কম্পন হ্রাস পায়

(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় (d) তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পায় ⓓ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

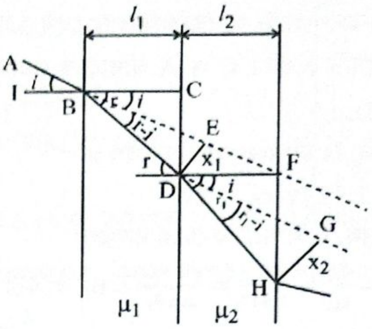
01.



চিত্রে প্রদর্শিত মিশ্রস্ল্যাবের উপর একটি আলোকরিশ্মি l কোণে পড়ে। এর পার্শ্বীয় পরিবর্তন x এর রাশিমালা (চিত্রে প্রদত্ত প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে) বের কর। **[BUET'18-19]**

Solⁿ: $\sin i = \mu_1 \sin r$

$\Rightarrow r = \sin^{-1}\frac{\sin i}{}$ [এখানে আপতন কোণ, i = l]



আবার, $\mu_1 \sin r = \mu_2 \sin r_1$

$\Rightarrow \sin i = \mu_2 \sin r_1$

$\Rightarrow r_1 = \sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_2}$

ΔBCD তে $\angle C$ সমকোণ ও $\angle CBD = r$

$\because \cos r = \frac{BC}{BD} \Rightarrow BD = \frac{l_1}{\cos r} = \frac{l_1}{\cos\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_1}\right)}$

ΔBDE তে $\angle E$ সমকোণ ও $\angle DBE = \angle DBC - \angle EBC$

$= r - i$ [$\angle EBC =$ বিপ্রতীপ $\angle IBA$]

$\therefore \sin(r - i) = \frac{DE}{BD}$

$$\Rightarrow DE = x_1 = \frac{l_1 \sin(r-i)}{\cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{\mu_1}\right)\right)} = \frac{l_1 \sin\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_1} - i\right)}{\cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{\mu_1}\right)\right)}$$

ΔDHF এ $\angle F$ সমকোণ $\angle HDF = r_1$;

$\cos r_1 = \frac{DF}{DH} = \frac{l_2}{DH} \Rightarrow DH = \frac{l_2}{\cos\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_2}\right)}$

ΔDHG এ $\angle G$ সমকোণ $\angle HDG = r_1 - i$;

$\sin(r_1 - i) = \frac{GH}{DH}$

$$\therefore GH = x_2 = \frac{l_2 \sin\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_2} - i\right)}{\cos\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_2}\right)}$$

$$\therefore x = x_1 + x_2 = \frac{l_1 \sin\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_1} - i\right)}{\cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{\mu_1}\right)\right)} + \frac{l_2 \sin\left(\sin^{-1}\frac{\sin i}{\mu_2} - i\right)}{\cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{\mu_2}\right)\right)}$$

[μ_2 প্রতিসরাংকের মাধ্যম হতে বায়ুতে আলোক রশ্মির প্রতিসরণ ঘটেছে এটা ধরে সমাধান করা হয়েছে। কিন্তু মূল প্রশ্নের চিত্রে তা বোঝা যায় না]

02. বায়ুর সাপেক্ষে কাঁচের সংকট কোণ 42° এবং বায়ুর সাপেক্ষে পানির সংকট কোণ 48° হলে পানির সাপেক্ষে কাঁচের সংকট কোণ নির্ণয় কর। **[BUET'12-13; KUET'11-12]**

Solⁿ: ${}_a\mu_g = \frac{1}{\sin 42°} = 1.494$

${}_a\mu_w = \frac{1}{\sin 48°} = 1.3456$

পানির সাপেক্ষে কাঁচের সংকট কোণ θ হলে,

$\sin\theta = \frac{1}{{}_w\mu_g} = \frac{1}{\frac{{}_a\mu_g}{{}_a\mu_w}} = \frac{{}_a\mu_w}{{}_a\mu_g}$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{1.3456}{1.494}\right) = 64.246°$ **(Ans.)**

03. B মাধ্যম অপেক্ষা A মাধ্যমে আলোর বেগ 1.414 গুণ এবং C মাধ্যমে সেটি দ্বিগুণ। C ও A মাধ্যমের মধ্যকার সংকট কোণ নির্ণয় কর। **[BUTEX'09-10]**

Sol^n: ধরি, B মাধ্যমে আলোর বেগ v

$\therefore c_A = 1.414v, c_C = 2v$

$\therefore$ A মাধ্যম, C মাধ্যমের চেয়ে হালকা।

$\therefore {}_A\mu_C = \frac{c_A}{c_C} = \frac{2}{1.414} = \frac{\sin 90°}{\sin \theta_C} \therefore \theta_C = 45°$ **(Ans.)**

04. 20cm গভীরতা বিশিষ্ট কোন পাত্রের এক পঞ্চমাংশ $\frac{4}{3}$ প্রতিসরাংকের তরল এবং বাকী অংশ 1.6 প্রতিসরাংকের তরল পদার্থ দ্বারা পূর্ণ করা হলো। খাড়া উপরের দিক থেকে নীচের দিকে তাকালে ঐ পাত্রের আপাত গভীরতা কত হবে? **[RUET'08-09]**

Sol^n: ১ম তরলের জন্য, $\frac{4}{3} = \frac{\frac{1}{5}\times 20}{v}; v = \frac{4}{\frac{4}{3}} = 3\text{cm} \left[\because \frac{1}{v} = \frac{\mu}{u}\right]$

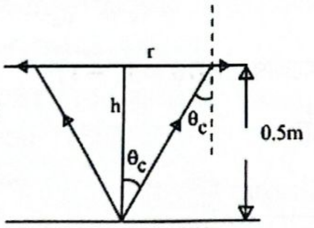
২য় তরলের জন্য, $1.6 = \frac{\frac{4}{5}\times 20}{v'}; v' = \frac{\frac{4}{5}\times 20}{1.6} = 10\text{cm};$

$v + v' = 3 + 10 = 13\text{cm}$

$\therefore$ 13cm গভীর মনে হবে। **(Ans.)**

05. স্থির পানিতে 50cm গভীরতায় একটি মাছ আছে। প্রমাণ কর যে, মাছের চোখে পানির তল 57cm ব্যাসার্ধের একটি বৃত্ত মনে হবে। **[BUTEX'08-09]**

Sol^n:



আমার জানি, পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \frac{4}{3}$

$\therefore \sin\theta_c = \frac{1}{\mu} = \frac{3}{4} \quad \therefore \theta_c = 48.59°$

এখন, $\tan\theta_c = \frac{r}{h} \quad \therefore r = h\tan\theta_c = 0.5\tan(48.59°)$

$= 0.5669467\text{m} \approx 0.57\text{m}$

সুতরাং, মাছের চোখে পানির তল 57cm ব্যাসার্ধের একটি বৃত্ত মনে হবে। **(Ans.)**

06. 5cm দীর্ঘ একটি বস্তুকে 30cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি অবতল দর্পণ থেকে 15cm দূরে স্থাপন করা হল। বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার বের কর। **[BUTEX'00-01; RUET'08-09]**

Sol^n: আমরা জানি,

$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{30} - \frac{1}{15}$

$= \frac{1-2}{30} = -\frac{1}{30}$

$\therefore v = -30\text{cm}$

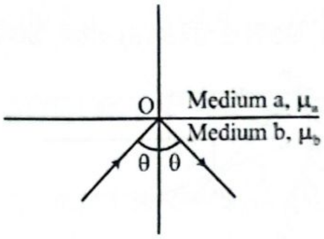
$m = \left|\frac{v}{u}\right| = \frac{30}{15} = 2 > 1$

$\ell' = ml = 10\text{cm}$

অবস্থান : দর্পণ হতে 30cm পিছনে

প্রকৃতি : অবাস্তব আকার : বিবর্ধিত (10cm) **(Ans.)**

07. নিম্নের চিত্রে $\mu_a = 1$ এবং $\mu_b = 2$. যদি $\theta = 75°$ হয়, O বি হতে উৎসারিত আলোকের দিক নির্ণয় কর। **[RUET'11-12; BUET'05-06]**



Sol^n: $\sin\theta_c = \frac{1}{{}_a\mu_b} = {}_b\mu_a = \frac{1}{2}\sin 30°$

$\Rightarrow \theta_c = 30° \therefore \theta_c < \theta$

$\therefore$ আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে এবং আলোকর বিভেদতলের সাথে 75° কোণ করে b মাধ্যমে ফের আসবে। **(Ans.)**

08. একটি অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 30 cm। একটি বস্তু বক্রতার কেন্দ্রে রাখলে কোথায় এর প্রতিবিম্ব গঠিত হবে? **[BUTEX'05-0**

Sol^n: এখানে, u = r = 30 cm

$\therefore \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{2}{r} \Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{2}{r} - \frac{1}{r} = \frac{1}{r}$

$\therefore v = r = 30\text{ cm} \mid m = \frac{-v}{u} = -1$

$\therefore$ বক্রতার কেন্দ্রেই বিম্ব তৈরি হবে, যা বাস্তব ও উল্টা। **(Ans**

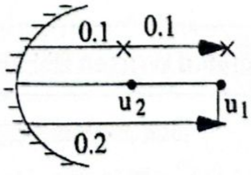
09. বরফে আলোর গতি 2.3×10^8 m/sec. বরফের প্রতিসরা নির্ণয় কর। বরফের মাধ্যম থেকে বায়ুর মাধ্যমে যেতে হ আলোর সংকট কোণ কত হবে? **[BUET'04-0**

Sol^n: $\mu_i = \frac{c_0}{c_i} = \frac{3\times10^8}{2.3\times10^8} = 1.304$ **(Ans.)**

আবার, $\sin\theta_c = \frac{1}{{}_0\mu_i} = \frac{1}{1.304} \therefore \theta_c = 50.06°$ **(Ans.)**

10. 0.15 ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি অবতল দর্পণের প্রধান অ উপরিস্থিত যে দুটি বিন্দুতে বস্তু রাখলে প্রতিবিম্ব তিনগুণ বিবর্ধি হয়, তাদের মধ্যে দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUTEX'04-0**

Sol^n:



$f = 0.15\ ;\ |m| = \left|\frac{v}{u}\right|$

$\Rightarrow 3 = \left|\frac{v}{u}\right| \therefore v = \pm 3u \ldots\ldots\ldots\ldots\text{(i)}$

$(+\text{ve}); \frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{3u_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{0.15} \Rightarrow u_1 = 0.2\text{m}$

$(-\text{ve}); \frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{-1}{3u_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{0.15} \Rightarrow u_2 = 0.1\text{m}$

$\therefore u_1 - u_2 = 0.2 - 0.1 = 0.1\text{m}$ **(Ans.)**

11. পুকুরের মধ্যে অবস্থিত একটি আলোক উৎস হতে আলোক রশ্মি পানির উপরিভাগে আপতিত হচ্ছে। প্রতিসরণ কোণ 42° হলে আপতন কোণ কত? [পানির প্রতিসরাংক 1.33] **[BUTEX'03-04]**

Solⁿ: $_w\mu_a = \frac{\sin i}{\sin r}$

$\Rightarrow \frac{1}{_a\mu_w} = \frac{\sin i}{\sin 42°}$

$\Rightarrow \sin i = \frac{\sin 42^o}{1.33} = 0.5031$

$\therefore$ i = $\sin^{-1}(0.5031) = 30.2°$ **(Ans.)**

12. একটি উত্তল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 50 cm । 2 cm লম্বা একটি লক্ষ্যবস্তু দর্পণ থেকে 100 cm দূরে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থান করে। প্রতিবিম্বের প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর। **[CUET'03-04]**

$r = -50$ cm

$\therefore f = -25$cm

$\ell_o = 2$cm

Solⁿ: $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-25} - \frac{1}{100}$

$\therefore v = -20$ cm

$\therefore m = -\frac{v}{u} = -\frac{-20}{100} = \frac{1}{5}$

$\ell_i = m \times \ell_o = \frac{1}{5} \times 2 = \frac{2}{5}$cm

$\because$ m = ধনাত্মক

$\therefore$ বিম্ব সোজা ও অবাস্তব। আকার = $\frac{2}{5}$cm লম্বা **(Ans.)**

13. একটি অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব 20 cm দর্পণ হতে কত দূরে বস্তু স্থাপন করলে চারগুণ বিবর্ধিত অবাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে? **[CUET'03-04]**

Solⁿ: f = 20cm = 0.2m u = ?

$m = \frac{v}{u}$

$\Rightarrow 4 = \frac{v}{u}$

$\Rightarrow v = 4u$

যেহেতু অবাস্তব, v = – 4u

$\therefore \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

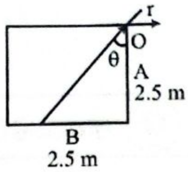
$\Rightarrow \frac{1}{u} - \frac{1}{4u} = \frac{1}{0.2}$

$\Rightarrow \frac{3}{4u} = \frac{1}{0.2}$

$\Rightarrow u = \frac{3 \times 0.2}{4}$

$\therefore$ u = 0.15m. **(Ans.)**

14. পানিতে কানায় কানায় পূর্ণ একটি 2.5m গভীর সুইমিং পুলের তলায়, পাশের দেয়াল থেকে 2.5m দূরে একটি আলোক বাল্ব রাখা আছে। সুইমিং পুলের ধার দিয়ে পানি থেকে কত কোণ করে আলোর রশ্মি বের হবে? [পানির প্রতিসরাংক μ = 1.33] **[BUET'02-03]**



Solⁿ: এখানে, আপতন কোণ, θ = 45°

$\therefore 1.33 = \frac{\sin r}{\sin 45°}$

$\therefore r = 70.13°$ **(Ans.)**

15. উপর হতে লম্বভাবে তাকালে পানির 4.0 মিটার নীচে রাখা কোন বস্তুর পর্যবেক্ষকের দিকে আপাত সরণ কত হবে? পানির প্রতিসরাংক $\frac{4}{3}$. **[BUET'01-02]**

Solⁿ: আপাত দূরত্ব = $\frac{\text{প্রকৃত দূরত্ব}}{\mu} = \frac{4}{\frac{4}{3}} = 3$m

$\therefore$ পর্যবেক্ষকের দিকে আপাত সরণ = (4 – 3) = 1m **(Ans.)**

16. 4.0cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল দর্পণ থেকে কত দূরে 2.5mm উচ্চতার একটি বস্তু স্থাপন করলে 1.0cm উচ্চতা বিশিষ্ট বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে? **[BUET'01-02]**

Solⁿ: $m = \frac{-v}{u}$

$\Rightarrow -\frac{1.0\text{cm}}{2.5\text{mm}} = -\frac{v}{u}$

$\Rightarrow -\frac{10\text{mm}}{2.5\text{mm}} = -\frac{v}{u}$

বা, v = 4u

$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{u} + \frac{1}{4u} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow \frac{5}{4u} = \frac{1}{4} \Rightarrow u = 5$cm **(Ans.)**

17. একটি বাতি পর্দা থেকে 6m দূরে আছে, বাতিটির তিনগুণ বিবর্ধিত বিম্ব পর্দায় ফেলতে হবে। এর জন্য কী ধরনের দর্পণের প্রয়োজন হবে এবং এটি কোথায় রাখতে হবে? **[RUET'07-08; KUET'03-04]**

Solⁿ: পর্দায় ফেলতে হলে বাস্তব বিম্ব গঠন করতে হবে। এ জন্য অবতল দর্পণ দরকার হবে। **(Ans.)**

এখানে, v – u = +6m [$\because$ বাস্তব বিম্ব] .... (i) এবং

বাস্তব বিম্ব উল্টো হয় বলে,

$m = -3 \Rightarrow -\frac{v}{u} = -3$

$\Rightarrow v = 3u$..............(ii)

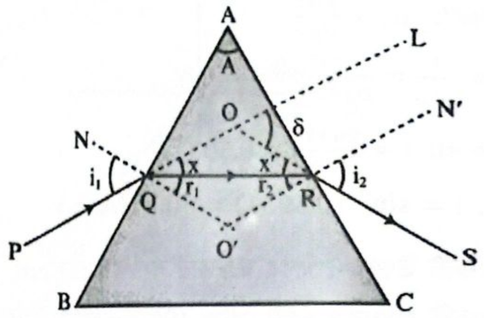
(i) এবং (ii) হতে, 3u – u = 6

$\Rightarrow 2u = 6 \Rightarrow u = 3$m এবং $v = 3 \times 3$m = 9m

$\therefore$ বাতির যে পার্শ্বে পর্দাটি অবস্থিত, দর্পণ তার বিপরীত পার্শ্বে বাতি হতে 3m দূরত্বে রাখতে হবে। **(Ans.)**

T-02: প্রিজমে প্রতিসরণ

কনসেপ্ট রিভিউ



(i) প্রিজম কোণ/ প্রতিসরণ কোণ, $A = r_1 + r_2$

(ii) বিচ্যুতি, $\delta = i_1 + i_2 - A$

(iii) ন্যূনতম বিচ্যুতির জন্য: $i_1 = i_2 = \frac{A+\delta_m}{2}, r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$,

প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$

(ix) ১ম তলে বিচ্যুতি $= (i_1 - r_1)$

২য় তলে বিচ্যুতি $= (i_2 - r_2)$

(iv) সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে প্রতিসরণাঙ্ক ও বিচ্যুতি কোণের সম্পর্ক: $\delta = (\mu - 1)A$, যখন $A < 6^\circ$

(v) সরু প্রিজমের জন্য, $i_1 = \mu r_1$ এবং $i_2 = \mu r_2$

(vi) কোন স্বচ্ছ মাধ্যম (যেমন প্রিজম) কর্তৃক সৃষ্ট বর্ণালীর দুটি অন্তিম রশ্মির—

কৌণিক বিচ্ছুরণ, $\theta = \delta_v - \delta_r$, δ_v = বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি, δ_r = লাল বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি।

(vii) সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে কৌণিক বিচ্ছুরণ, $\theta = \left(\frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1}\right) \times \delta$

দেওয়া আছে,

μ_v = বেগুনি আলোর জন্য প্রতিসরণাঙ্ক

μ_r = লাল বর্ণের জন্য প্রতিসরণাঙ্ক

μ = হলুদ বর্ণের জন্য প্রতিসরণাঙ্ক

δ = মধ্যম রশ্মি/হলুদ রশ্মির বিচ্যুতি

$\theta = (\mu_v - \mu_r) \times A$, যেখানে A = সরু প্রিজমের প্রতিসরণ কোণ

(viii) বিচ্ছুরণ ক্ষমতা, $\omega = \frac{\theta}{\delta}$, সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্ছুরণ ক্ষমতা, $\omega = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° এবং উপাদানের প্রতিসরাংক 1.48। ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কত?

[SUST'16-17; KUET'13-14, 17-18]

(a) 35.46° (b) 45.46°
(c) 28.75° (d) 38.25°
(e) 31.52° ⓐ

Solⁿ: $\frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} = 1.48 \therefore \delta_m = 35.46^\circ$

02. একটি প্রিজমের প্রতিসরাংক $\sqrt{2}$ এবং ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 30° হলে প্রিজম কোণ কত হবে? **[BUTEX'16-17]**

(a) 70° (b) 60° (c) 50° (d) 40° ⓑ

Solⁿ: আমরা জানি, $\mu = \frac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$

$\Rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\frac{A}{2}\cos\frac{\delta_m}{2} + \cos\frac{A}{2}\sin\frac{\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$

$\Rightarrow \sqrt{2} = \cos\left(\frac{30^\circ}{2}\right) + \sin\left(\frac{30}{2}\right)^\circ \cot\left(\frac{A}{2}\right)$

$\Rightarrow \cot\frac{A}{2} = \sqrt{3} \quad \therefore A = 60^\circ$

03. একটি সমবাহু প্রিজমের প্রতিসরাংক $\sqrt{2}$ হলে এর ন্যূনতম বিচ্যুতি কত?

[CUET'13-14; RUET'13-14; BUET'13-14]

(a) 30° (b) 45°
(c) 60° (d) None of these ⓐ

Solⁿ: $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\frac{60^\circ+\delta_m}{2}}{\sin\frac{60^\circ}{2}} \Rightarrow \delta_m = 30^\circ$

04. একটি প্রিজমের কোণ এবং ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ যথাক্রমে 60° ও 30° হলে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক কত?

[BUTEX'13-14; CUET'11-12]

(a) 1.33 (b) 1.5 (c) 1.41 (d) 2.5 ⓒ

Solⁿ: $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} = \sqrt{2} = 1.4142$

05. লেজার আলো একটি প্রিজমের ভিতর দিয়ে গেলে কী ঘটে?

[SUST'12-13]

(a) অপবর্তন ঘটে (b) সাতটি রঙে বিভক্ত হয়
(c) বিভিন্ন রঙে বিভক্ত হয় না (d) সম্পূর্ণভাবে শোষিত হয়
(e) পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে ⓒ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. একটি প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ এবং এর ভিতর হতে নির্গত আলোক রশ্মির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 30° হলে প্রিজম কোণ নির্ণয় কর। **[RUET'15-16]**

Solⁿ: এখানে, $\mu = \sqrt{2}, \delta_m = 30^\circ$

$$\therefore \mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{A+30^\circ}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\frac{A}{2}\cos 15^\circ + \cos\frac{A}{2}\sin 15^\circ}{\sin\frac{A}{2}}$$

$$\Rightarrow \cos 15^\circ + \cot\frac{A}{2}\sin 15^\circ = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow \cot\frac{A}{2} = \sqrt{3} \quad \therefore A = 60^\circ \text{ (Ans.)}$$

02. 72° কোণ বিশিষ্ট এবং 1.66 প্রতিসরাংকের একটি কাঁচ প্রিজম 1.33 প্রতিসরাংকের একটি তরলের ভিতরে নিমজ্জিত আছে। প্রিজমের ভিতর দিয়ে অতিক্রান্ত সমান্তরাল রশ্মির ক্ষেত্রে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কত হবে? **[BUTEX'10-11]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\mu_g = 1.66$; $\mu_l = 1.33$

$$\therefore {}_l\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_l} = \frac{1.66}{1.33} = 1.25$$

আমার জানি, $${}_l\mu_g = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$$

$$\Rightarrow 1.25 = \frac{\sin\frac{72^\circ+\delta_m}{2}}{\sin 36^\circ} \Rightarrow \delta_m = 22.57^\circ \text{ (Ans.)}$$

03. 60° কোণ বিশিষ্ট একটি কাঁচ প্রিজমের প্রতিসরাংক 1.5। আপতন কোণ কত হলে বিচ্যুতি ন্যূনতম হবে? ন্যূনতম বিচ্যুতির কোণের মান কত? **[BUET'01-02]**

Solⁿ: $r_1 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

$$i_1 = \sin^{-1}(\mu \sin r_1) = \sin^{-1}(1.5 \sin 30^\circ) = 48.59^\circ$$

$$\therefore i_1 = \frac{A+\delta_m}{2}$$

$$\Rightarrow \delta_m = 2i_1 - A = 2 \times 48.59^\circ - 60^\circ = 37.18^\circ \text{ (Ans.)}$$

04. একটি প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাংক 1.5। প্রিজমের কোন এক তলে আলোকরশ্মি 50° কোণে আপতিত হলে রশ্মিটির ন্যূনতম বিচ্যুতি ঘটে। প্রিজম কোণ নির্ণয় কর। **[BUTEX'00-01]**

Solⁿ: আমরা জানি, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$$\Rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin 50^\circ}{1.5} \Rightarrow \sin r_1 = 0.51$$

$$\Rightarrow r_1 = \sin^{-1}(0.51)$$

$$r_1 = 30.71^\circ; \; A = r_1 + r_2 = 2r_1 = 61.42^\circ \text{ (Ans.)}$$

T-03: গোলীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরণ, লেন্স ও রৈখিক বিবর্ধন

কনসেপ্ট রিভিউ

- **গোলীয় তলে প্রতিসরণের জন্য:** $\frac{\mu_1}{u} + \frac{\mu_2}{v} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{r}$

  μ_1 = যে মাধ্যম থেকে আলো আসে, μ_2 = যে মাধ্যমে আলো প্রবেশ করছে

- **লেন্স এর জন্য:**

  (a) $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

  (b) $\frac{1}{f} = ({}_m\mu_l - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = \left(\frac{\mu_l}{\mu_m} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

  [মনে রাখবে μ_m হল লেন্সের চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক এবং μ_l হলো লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক]

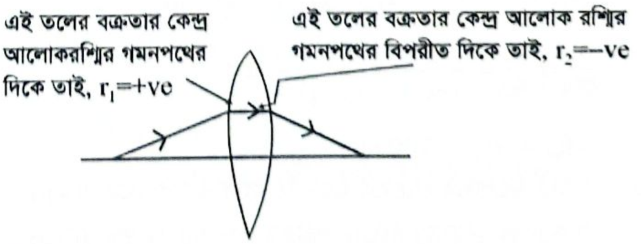
  গোলীয় তলে প্রতিসরণের পর আলো যে দিকে গমন করে সেদিকের সংশ্লিষ্ট তলে বক্রতার কেন্দ্র অবস্থিত হলে r (+ve), নতুবা r (-ve) হবে।

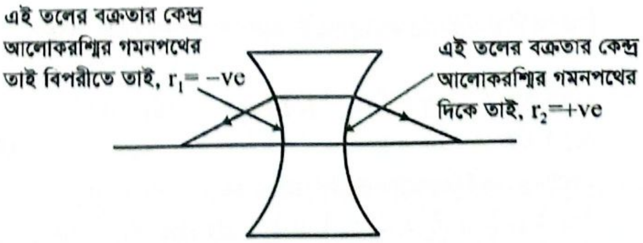
  (c) উত্তল লেন্সে, $r_1 = +ve, r_2 = -ve$

  অবতল লেন্সে, $r_1 = -ve, r_2 = +ve$

  (d) কৌণিক বিবর্ধন: $M = \frac{\text{বিম্ব দ্বারা চোখে উৎপন্ন কোণ}}{\text{বস্তু দ্বারা চোখে উৎপন্ন কোণ}}$

  (e) বিবর্ধন, $m = \frac{-v}{u}$ [m = (+ve) হলে সোজা, m = (−ve) হলে উল্টা]


এই তলের বক্রতার কেন্দ্র আলোকরশ্মির গমনপথের দিকে তাই, r_1=+ve
এই তলের বক্রতার কেন্দ্র আলোক রশ্মির গমনপথের বিপরীত দিকে তাই, r_2=−ve


এই তলের বক্রতার কেন্দ্র আলোকরশ্মির গমনপথের তাই বিপরীতে তাই, r_1= −ve
এই তলের বক্রতার কেন্দ্র আলোকরশ্মির গমনপথের দিকে তাই, r_2=+ve

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলুভ

01. 20 cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেন্স থেকে সামনে কত দূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে বাস্তব বিম্বের আকার বস্তুর আকারের চার গুণ হবে? **[SUST'25-26]**

(a) 15 cm (b) 20 cm (c) 25 cm (d) 30 cm ⓒ

Sol^n: $m = -\frac{v}{u} = -4 \Rightarrow v = 4u$

$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{4u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{20} \Rightarrow u = 25$ cm.

02. একটি উভোত্তল লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15cm এবং 25cm। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 18cm হলে এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক কত হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 1.5 (b) 1.53 (c) 1.48 (d) 1.62
(e) 1.52 ⓔ

Sol^n: $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{18} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{25}\right) \Rightarrow \mu = 1.52$

03. একটি সমতলাবতল লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক 1.6 এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ 60cm ফোকাস দূরত্ব কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) 50cm (b) 100cm (c) 200cm (d) 96cm ⓑ

Sol^n: $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{f} = (1.6 - 1)\left(\frac{1}{0.6} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow f = 100$ cm

04. একটি লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বাতাসে 25cm এবং এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\frac{3}{2}$ । একে $\frac{4}{3}$ প্রতিসরাঙ্কের পানিতে ডুবালে এর ফোকাস দূরত্ব কত cm হবে? **[SUST'16-17]**

(a) 75 (b) 85 (c) 100 (d) 115
(e) 125 ⓒ

Sol^n: $\frac{1}{f_a} = ({}_a\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \ldots\ldots\ldots (i)$

$\frac{1}{f_w} = ({}_w\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \ldots\ldots\ldots (ii)$

$\frac{(i)}{(ii)} \Rightarrow \frac{f_w}{f_a} = \frac{{}_a\mu_g - 1}{{}_w\mu_g - 1} = \frac{\frac{3}{2} - 1}{\left(\frac{3}{2} \div \frac{4}{3}\right) - 1} = 4$

$\therefore f_w = 4f_a = 100$ cm

05. একটি উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20cm ও 40cm লেন্সের 60cm সামনে লক্ষ্যবস্তু রাখলে 30cm পিছনে বিম্ব সৃষ্টি হয়। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক কত? **[KUET'12-13]**

(a) 1.33 (b) 1.53 (c) 1.62 (d) 1.47
(e) 1.67 ⓔ

Sol^n: u = 60cm; v = 30cm; f = ?

$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 20$ cm

আবার, $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right]$

$\Rightarrow \frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{40} - \left(-\frac{1}{20}\right)\right]$

$\Rightarrow \frac{1}{20} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{40} + \frac{1}{20}\right]$

$\Rightarrow \mu = 1.67$

06. 25cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেন্স থেকে কত দূরে বস্তু স্থাপন করলে বাস্তব বিম্বের আকার বস্তুর আকারের পাঁচ গুণ হবে? **[KUET'10-11]**

(a) 25cm (b) 5cm (c) 10cm (d) 20cm
(e) 30cm

Sol^n: $v = 5u;\ \frac{1}{25} = \frac{1}{u} + \frac{1}{5u}$

$\therefore u = 30$cm

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলুভ

01. একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 0.2m এবং এটি গ্লা তৈরি যার প্রতিসরণাঙ্ক 1.50। এটিকে 1.33 প্রতিসরণাঙ্ক বি পানিতে ডুবালে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন নির্ণয় ক **[BUET'19-**

Sol^n: $\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_{lens}}{\mu_{air}} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{0.2} = (1.5 - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \ldots. (i)$

$\frac{1}{f_w} = \left(\frac{\mu_{lens}}{\mu_{water}} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{f_w} = \left(\frac{1.5}{1.33} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \ldots. (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{f_w}{0.2} = \frac{1.5 - 1}{\frac{1.5}{1.33} - 1} \Rightarrow f_w = 0.782$m

∴ পরিবর্তন = 0.782 − 0.2 = 0.582m **(Ans.)**

02. 1.5 প্রতিসরাঙ্কের একটা উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্র 0.2m এবং 0.3m এবং বায়ু সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক $\frac{3}{2}$ পানির প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$, বায়ু মাধ্যমে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব পানিতে ফোকাস দূরত্ব কত? **[BUTEX'18-19; BUET' 08-**

Sol^n: $\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_{lens}}{\mu_{medium}} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

বায়ুতে, $f = \left\{(1.5 - 1)\left(\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3}\right)\right\}^{-1}$

$= 0.24$m **(Ans.)**

পানিতে, $f = \left\{\left(\frac{1.5}{\frac{4}{3}} - 1\right)\left(\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3}\right)\right\}^{-1}$

$= 0.96$m **(Ans.)**

03. একটি 75mm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট (একক) লেন্সের মুভি ক্যামেরার সাহায্যে 27m দূরত্বে দাঁড়ানো এক ব্যক্তির ছবি নেয়া হলো। লোকটি 180cm লম্বা হলে ফিল্মের মধ্যে প্রতিবিম্বের উচ্চতা কত হবে? **[BUET'14-15]**

Solⁿ: $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{27}+\frac{1}{v}=\frac{1}{75\times10^{-3}}$

$\Rightarrow v = 0.0752\ m \ \therefore |m| = \left|\frac{v}{u}\right| = 2.785 \times 10^{-3}$

আবার, $|m| = \frac{h'}{h}$

$\Rightarrow h' = h \times |m| = 180 \times 2.785 \times 10^{-3}$

$= 0.501$ cm **(Ans.)**

04. একটি স্লাইড প্রোজেক্টর দিয়ে 35mm × 23mm আকারের একটি স্লাইডকে 2m × 2m আকারের একটি পর্দায় প্রক্ষেপন করা হবে। যদি পর্দাটি লেন্স হতে 10m দূরে থাকে তাহলে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'10-11]**

Solⁿ: $m = \frac{-2}{35\times10^{-3}} = \frac{-400}{7} = \frac{-v}{u}$

$\therefore \frac{400}{7} = \frac{10}{u} \therefore u = \frac{7}{40}m$

$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{10}+\frac{1}{\frac{7}{40}}=\frac{1}{f}$

$\Rightarrow f = 0.172m$ **(Ans.)**

05. কোন বস্তু থেকে 15cm দূরে একটি উত্তল লেন্স রাখলে এর প্রতিবিম্ব বাস্তব ও চারগুণ বিবর্ধিত হয়। লেন্সটি কোথায় রাখলে অবাস্তব ও তিনগুণ বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে? **[RUET'09-10]**

Solⁿ: এখানে, $u = 15cm$.

আবার, $\frac{v}{u} = 4 \Rightarrow v = 4 \times 15 = 60cm$.

আমরা জানি, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{60}+\frac{1}{15}=\frac{1}{f} \ \therefore f = 12cm$.

২য় ক্ষেত্রে, $v = -3u$

তাহলে, $\frac{1}{u}-\frac{1}{3u}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3-1}{3u}=\frac{1}{12}$

$\therefore u = \frac{2\times12}{3} = 8cm.$ **(Ans.)**

06. 1.55 প্রতিসরাংকের একটি কাঁচ থেকে একটি উভোত্তল লেন্স তৈরী করা হবে যার উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ সমান হবে। যদি লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 20cm হয়, তবে এর বক্রতার ব্যাসার্ধ কত হবে? **[BUET'09-10]**

Solⁿ: বক্রতার ব্যাসার্ধ r হলে, $\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{r}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{20} = (1.55-1)\frac{2}{r}$

$\Rightarrow r = 22cm$ **(Ans.)**

07. একটি সরু উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধদ্বয় 10cm ও 15cm। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাংক 1.5। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত? **[CUET'07-08]**

Solⁿ: $\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

$= (1.5-1)\left(\frac{1}{0.1}+\frac{1}{0.15}\right)$

$\therefore \frac{1}{f} = 8.33$

$\therefore f = 0.12m = 12cm.$ **(Ans.)**

উত্তল তল হলে +ve
অবতল তল হলে −ve

08. যদি বায়ু সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরাংক $\frac{3}{2}$ এবং পানি সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরাংক $\frac{9}{8}$ হয়, তবে দেখাও যে কাঁচের একটি লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বায়ুতে যা হবে পানিতে তার 4 গুণ হবে। **[KUET'04-05]**

Solⁿ: আমরা জানি, $\frac{1}{f_a} = ({}_a\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$

$\frac{1}{f_w} = ({}_w\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$

(i) ÷ (ii); এখানে, ${}_w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w}$

$\Rightarrow \frac{f_w}{f_a} = \frac{\frac{3}{2}-1}{\frac{9}{8}-1}$ বা, $f_w = f_a \times 4$ **(Proved)**

09. 1.5 প্রতিসরাংকবিশিষ্ট একটি কাঁচের উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20cm ও 25cm হলে, $\frac{4}{3}$ প্রতিসরাংকের পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত হবে? **[BUET'02-03]**

Solⁿ: ${}_w\mu_g = \frac{{}_a\mu_g}{{}_a\mu_w} = \frac{1.5}{\frac{4}{3}} = 1.125$

$\frac{1}{f_w} = ({}_w\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right) = (1.125-1)\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{25}\right)$

$\therefore f_w = 88.89cm$ **(Ans.)**

10. একটি সরু অবতলোত্তল লেন্সের উত্তল পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 4cm এবং অবতল পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 6cm। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। [লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাংক 1.5]। **[BUTEX'02-03]**

Solⁿ: $\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

বা, $\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{6}\right)$

বা, $f = 24$ cm **(Ans.)**

$r_1 = +4cm,$
$r_2 = -6cm$
$\mu = 1.5, f = ?$

11. 1.5 প্রতিসরণাঙ্কের ও 0.40m বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি কাচের সমউত্তল লেন্স হতে 0.50m দূরে একটি লক্ষ্যবস্তু স্থাপন করলে,বস্তুটির প্রতিবিম্বের অবস্থান ও বিবর্ধন কী হবে? **[BUET'01-02]**

Solⁿ: এখানে, $\mu = 1.5$

$r_1 = r_2 = 0.4m$, (r_1 হলো +ve ও r_2 হলো −ve)

$\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{f} = (1.5-1)\times\left(\frac{1}{0.4}+\frac{1}{0.4}\right) \Rightarrow f = 0.4m$

$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{v}+\frac{1}{0.5}=\frac{1}{0.4} \Rightarrow \frac{1}{v} = 0.5 \Rightarrow v = 2m$

এবং বিবর্ধন $m = \frac{-v}{u} = \frac{-2}{0.5} = -4 \therefore |m| = 4$

∴ প্রতিবিম্বের অবস্থান বস্তুর বিপরীত দিকে লেন্স থেকে 2m দূরে এবং বিবর্ধন = 4 **(Ans.)**

T-04: লেন্সের ক্ষমতা ও তুল্য লেন্স

কনসেপ্ট রিভিউ

- লেন্সের ক্ষমতা, $P = \frac{1}{f(m.)}$
- একই অক্ষের উপর লম্বভাবে পরস্পর d দূরত্বে থাকা দুটি লেন্সের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে f_1 ও f_2 হলে এবং এদের তুল্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f হলে, $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \Rightarrow f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - d}$
- লেন্সদ্বয়ের ক্ষমতা যথাক্রমে P_1 ও P_2 হলে তুল্য লেন্সের ক্ষমতা, $P = P_1 + P_2$
- তুল্য ফোকাস দূরত্ব, $f = \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}\right)^{-1}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 2 D এর একটি উত্তল লেন্স ও 3.5 D এর অবতল লেন্সের সমবায়ের তুল্য ক্ষমতা কত হবে? **[BUTEX'15-16]**

(a) 5.5 D (b) 1.5 D (c) −1.5 D (d) −5.5 D ⓒ

Sol^n: $P_{eq} = (2 - 3.5) = -1.5D$

02. একজন দীর্ঘ দৃষ্টি সম্পন্ন ব্যক্তির স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব 55cm। তিনি +2.5D ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করেন। এতে তার স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব কতটুকু হ্রাস পাবে?

[KUET'15-16; RUET'14-15, 13-14, 11-12; SUST'12-13]

(a) 23.16 cm (b) 25 cm
(c) 0.68 cm (d) 0.24 m
(e) 0.245 m ⓐ

Sol^n: $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} = P \Rightarrow \frac{1}{u} + \frac{1}{-0.55} = 2.5$

$\Rightarrow u = 0.2316m = 23.16cm$

স্পষ্ট দর্শনের পরিবর্তিত নিকটতম দূরত্ব = 23.16cm

$\therefore$ দূরত্বের হ্রাস = 55 − 23.16 = 31.84cm

[প্রশ্নে সঠিক উত্তর দেওয়া নেই। স্পষ্ট দর্শনের পরিবর্তিত নিকটতম দূরত্বকে উত্তর ধরে নিলে উত্তর হয় (a)]

03. একজন ছাত্র 0.25m এর বেশি দূরে দেখতে পারে না। তাকে 0.35m দূরের বস্তু দেখতে হলে কত ক্ষমতার লেন্স ব্যবহার করতে হবে? **[CUET'15-16, 14-15, 13-14]**

(a) −1.143 (b) −2.143
(c) −6.857 (d) −8.857 ⓐ

Sol^n: $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} = P;\ u = 0.35m, v = -0.25m$

$\therefore P = -1.143D$

04. অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 2m হলে এর ক্ষমতা কত? **[BUTEX'14-15]**

(a) +2D (b) −2D (c) +0.5D (d) −0.5D ⓓ

Sol^n: $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-2} = -0.5D$

05. একটি চশমার ক্ষমতা +2D এর অর্থ কি? **[SUST'14-15]**

(a) লেন্সটি অবতল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 0.5m
(b) লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 0.5m
(c) লেন্সটি অবতল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 2.0m
(d) লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 2.0m
(e) লেন্সটি উত্তল বা অবতল যে কোনটি হতে পারে তবে এর ফোকাস দূরত্ব 2.0m ⓑ

06. +12 এবং −2diopters এর দুইটি লেন্সকে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে সমতুল্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ব হবে- **[BUET'13-14, 11-12]**

(a) 8.33 cm (b) 10.0 cm
(c) 12.5 cm (d) 16.6 cm ⓑ

Sol^n: $P_{eq} = 12 - 2 = 10D$

$\therefore f_{eq} = \frac{1}{P_{eq}} = 0.1m = 10cm.$

07. একজন দূর-দৃষ্টি সম্পন্ন লোক কেবল 50cm বা এর বেশী দূরের বস্তুকে ভালভাবে দেখতে পারে। কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করলে সে 25cm দূরের বস্তুকে দেখতেপাবে? **[RUET'13-14]**

(a) 2 D (b) 3 D (c) 4 D (d) 5 D
(e) None ⓐ

Sol^n: $\frac{1}{f} = P = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{0.25} + \frac{1}{-0.5} = 2D$

08. বায়ুতে উত্তল লেন্সের পাওয়ার P। পানিতে ডুবালে এর পাওয়ার হবে- **[BUTEX'12-13]**

(a) P এর বড় (b) P এর ছোট
(c) P (d) কোনোটিই নয় ⓑ

Sol^n: পানিতে ডুবালে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বাড়ে (প্রায় 4গুণ), ফলে ক্ষমতা কমে।

09. 4D ক্ষমতা বিশিষ্ট একটি লেন্স ($\mu = 1.5$) এর এক পিঠ পানিতে ডুবালে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 50cm (b) 100cm (c) 150cm (d) 200cm ⓐ

Sol^n: $P = 4D \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25}$

$\Rightarrow (\mu_g - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = \frac{1}{0.25}$

$\Rightarrow (1.5 - 1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r}\right) = \frac{1}{0.25}$ [$\because r_1 = r$ এবং $r_2 = -r$]

$\Rightarrow 0.5 \times \frac{2}{r} = \frac{1}{0.25} \Rightarrow r = 0.25m$

লেন্সের সাধারণ সমীকরণ: $\frac{\mu_w}{v} + \frac{\mu_a}{u} = \frac{\mu_g - \mu_a}{r_1} + \frac{\mu_w - \mu_g}{r_2}$

$\Rightarrow \frac{\mu_w}{v} + \frac{\mu_a}{u} = \frac{\mu_g - \mu_w}{r} + \frac{\mu_g - \mu_w}{r}$

$\Rightarrow \frac{\mu_w}{f} = \frac{\mu_g - \mu_a}{r} + \frac{\mu_g - \mu_w}{r}$ [যখন $u \rightarrow \infty, v \rightarrow f$]

$\Rightarrow \frac{\frac{4}{3}}{f} = \frac{1.5-1}{0.25} + \frac{1.5-\frac{4}{3}}{0.25}$

$\Rightarrow \frac{4}{3f} = \frac{8}{3} \therefore f = 0.5m = 50$ cm **(Ans.)**

10. 20cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স এবং অন্য একটি অবতল লেন্স নিয়ে সমবায় গঠন করা হয়। সমতুল্য লেন্সের ক্ষমতা 3D হলে অবতল লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত? **[KUET'10-11]**

(a) 50m (b) 50mm (c) 50cm (d) 45cm
(e) 45mm ⓒ

Sol^n: $3 = \left(\frac{20}{100}\right)^{-1} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = -2$

$\therefore f = -0.5m = -50cm$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি লেন্সের ক্ষমতা 4D। লেন্সটি থেকে কত দূরে বস্তু রাখলে প্রতিবিম্বের আকার অর্ধেক হবে? **[KUET'19-20]**

Sol^n: $P = 4 \Rightarrow \frac{1}{f} = 4 \Rightarrow f = \frac{1}{4} = 0.25m$

লেন্সটি উত্তল এবং প্রতিবিম্ব খর্বিত। তাহলে প্রতিবিম্ব অবশ্যই বাস্তব ও উল্টা।

$m = -\frac{v}{u} = -\frac{1}{2} \Rightarrow v = \frac{u}{2}$

এখন, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{u} + \frac{2}{u} = 4$

$\Rightarrow \frac{3}{u} = 4 \Rightarrow u = \frac{3}{4} = 0.75m$

02. সূর্যের আলোতে একটি উত্তল লেন্স রেখে লেন্স থেকে 30 cm দূরে একটি পর্দায় স্পষ্ট ও উজ্জ্বল আলোর স্পট পাওয়া গেল। লেন্সটির প্রত্যেক পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 30 cm হলে পানিতে তার ক্ষমতা নির্ণয় কর। [পানির প্রতিসরাংক $\frac{4}{3}$] **[BUET'17-18]**

Sol^n: সূর্য অর্থাৎ অসীম দূরত্ব থেকে আলোকে রশ্মি লেন্সে আপতিত হলে লেন্সের ফোকাস দূরত্বে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। সুতরাং বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $f_a = 0.3$ m

সুতরাং, $P_a = \frac{1}{f_a} = \frac{10}{3}D$

এখন আমরা জানি, $\frac{1}{f_a} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_a} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{0.3} = \left(\frac{\mu_g}{1} - 1\right)\left(\frac{1}{0.3} - \frac{1}{-0.3}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{0.3} = (\mu_g - 1)\frac{2}{0.3} \Rightarrow \mu_g = \frac{1}{2} + 1 = \frac{3}{2}$

এখন, $P_w = \frac{1}{f_w} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$= \left(\frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} - 1\right)\left(\frac{1}{0.3} - \frac{1}{-0.3}\right)$

$= \left(\frac{3\times3}{2\times4} - 1\right)\left(\frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.3}\right)$

$P_w = \frac{1}{8} \times \frac{2}{0.3} = \frac{5}{6} \Rightarrow P_w = \frac{5}{6}D$ **(Ans.)**

03. একটি উত্তল লেন্স থেকে 90cm দূরে একটি বস্তুকে রাখা হলে 45cm দূরের পর্দায় একটি বাস্তব প্রতিচ্ছবি তৈরী করে। এই লেন্সের গা ঘেঁষে একটি অবতল লেন্স লাগানো হলে আরও 75cm দূরে একটি বাস্তব প্রতিচ্ছবি সৃষ্টি হয়। অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

Sol^n: ধরি, উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f এবং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f'।

$\therefore \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{90} + \frac{1}{45} = \frac{1}{30}$

ধরি, সমবায় লেন্সের ফোকাস দূরত্ব F।

$\therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{90} + \frac{1}{(45+75)} \Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{f'} = \frac{7}{360}$

$\Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{7}{360} - \frac{1}{30} = -\frac{1}{72} \therefore f' = -72cm$ **(Ans.)**

04. একজন মহিলার বয়স যখন 40 বৎসর তখন তিনি 25cm দূরে রেখে একটি বই পরিষ্কারভাবে পড়ার জন্য 2diopterবিশিষ্ট একটি চশমা ব্যবহার করেন। তার বয়স যখন 45 বৎসর, তখন তিনি লক্ষ করলেন যে পরিষ্কারভাবে পড়ার জন্য এখন তাকে বইটি 40cm দূরে রাখতে হচ্ছে। 45 বৎসর বয়সে তাকে পূর্বের ন্যায় 25cm দূরে একই ধরনের বই পরিষ্কারভাবে পড়ার জন্য কত power- এর চশমা ব্যবহার করতে হবে? **[BUET'11-12]**

Sol^n: 45 বৎসর বয়সে 2diopter ক্ষমতার চশমার সাহায্যে মহিলা বই পড়ার জন্য 40cm দূরে রাখতে হয়।

এক্ষেত্রে, $u = 40cm = 0.4m$, $P = \frac{1}{f} = 2$

$\therefore \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = -0.5$

$\Rightarrow v = -2m$

$\therefore$ 45 বৎসর বয়সে মহিলার নিকট বিন্দু 2m

এখন পূর্বের ন্যায় 25cmদূরে রেখে বই পড়ার জন্য,

$u = 25cm = 0.25m; v = -2m$

$\therefore P = \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = +3.5D$ **(Ans.)**

05. একটি লেন্সের ক্ষমতা +2D. লেন্সটি উত্তল নাকি অবতল? এর ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUTEX'11-12]**

Sol^n: $P = +2D$

$\therefore$ লেন্সটি উত্তল; $f = \frac{1}{P} = \frac{1}{2}m = 0.5m$ **(Ans.)**

06. 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্সকে 30 cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল লেন্সের সংস্পর্শে রাখা হল। তুল্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। তুল্য লেন্সটি কোন ধরনের লেন্সের মত আচরণ করবে এবং এর ক্ষমতা কত হবে?

[RUET’06-07; CUET’09-10]

Solⁿ: $\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{0.2}-\frac{1}{0.3}=1.66$

$\Rightarrow F=0.6\text{m}=60\text{cm}$

আচরণ: উত্তল লেন্সের মত, $P=\frac{1}{F}=1.66\text{D}$ **(Ans.)**

07. একটি লেন্স দ্বারা সৃষ্ট বাস্তব প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর আকারের দ্বিগুণ এবং বাস্তব প্রতিবিম্বটি লেন্স থেকে 18 cm দূরে অবস্থিত। লেন্সটির ক্ষমতা বের কর। **[RUET’05-06]**

Solⁿ: $m=\frac{-v}{u}=-2,$

$u=\frac{v}{2}=\frac{18}{2}\quad\therefore u=9\text{ cm}$

$\therefore \frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{9}+\frac{1}{18}$

$\Rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{6}$

$v=18\text{ cm}$

ক্ষমতা, $P=?$

$P=\frac{1}{f}=\frac{1}{0.06\text{m}}$

$\therefore P=+16.67\text{D}$ **(Ans.)**

08. (ক) একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 25 সে.মি.। লেন্সের ক্ষমতা কত? **[CUET’05-06]**

(খ) একটি লেন্সে ক্ষমতা −5D। লেন্সটি কী প্রকৃতির? এর ফোকাস দূরত্ব কত?

Solⁿ: (ক) $P=\frac{1}{f}=\frac{1}{0.25}=+4\text{D}$ **(Ans.)**

(খ) $f=\frac{1}{P}=\frac{1}{-5}=-0.2\text{m}=-20\text{cm}$ (অবতল) **(Ans.)**

09. 60 cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল লেন্স 45 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স পরস্পরের সংস্পর্শে একটি সমন্বয় গঠন করে। এই সমন্বয়ের 350 cm সামনে থাকা বস্তুর বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি নির্ণয় কর। **[CUET’03-04]**

Solⁿ: $\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{45}-\frac{1}{60}\Rightarrow\frac{1}{f}=\frac{1}{180}\Rightarrow f=180\text{ cm}$

$\therefore \frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ বা, $\frac{1}{v}+\frac{1}{350}=\frac{1}{180}$

$\Rightarrow v=370.6\text{ cm}$, বাস্তব ও উল্টা। **(Ans.)**

∴ লেন্স থেকে 0.75m দূরে রাখলে প্রতিবিম্বের আকার অর্ধেক হবে। **(Ans.)**

T-05: অণুবীক্ষণ যন্ত্র

কনসেপ্ট রিভিউ

Category-1: সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র/বিবর্ধক কাচ:

- নিকট বিন্দুতে বিম্ব গঠিত হলে, বিবর্ধন, $M=1+\frac{D-a}{f}\cdots\cdots\cdots(i)$

  f = যন্ত্রের ফোকাস দূরত্ব, a = চোখ ও লেন্সের মধ্যবর্তী দূরত্ব

- ধরি, $a=0,\ \therefore M=1+\frac{D}{f}\cdots\cdots\cdots(ii)$

  অর্থাৎ চোখ লেন্সের খুব কাছে থাকলে (ii) সমীকরণ ব্যবহার করব, যদি a এর মান দেয়া থাকে তাহলে (i) সমীকরণ ব্যবহার করব, কিন্তু কোনো কিছু বলা না থাকলে (ii) ব্যবহার করব।

Category-2: যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র:

- বিবর্ধন, $M=\left(-\frac{v_1}{u_1}\right)\times\left(-\frac{v_2}{u_2}\right)=\frac{-v_1}{u_1}\left(1-\frac{v_2}{f_2}\right)$

  আমরা জানি, $\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$

  $\Rightarrow\frac{-v}{f}=-\frac{v}{u}-1$

  $\Rightarrow\frac{-v}{u}=\left(1-\frac{v}{f}\right)=m$

  অর্থাৎ আমরা $\left(\frac{-v}{u}\right)$ এর স্থলে $\left(1-\frac{v}{f}\right)$ use করতে পারি। সুতরাং, গাণিতিক সমস্যায় প্রদত্ত তথ্য অনুযায়ী আমরা বিবর্ধন M এর বিভিন্ন সূত্র ব্যবহার করতে পারি।

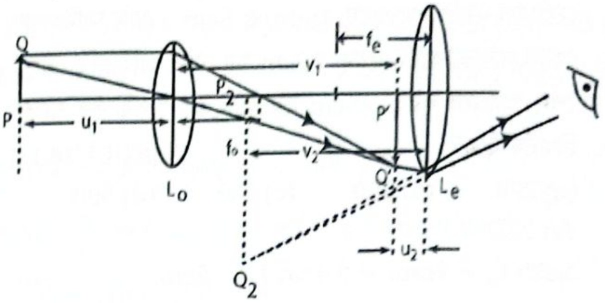
  যেমন, $M=m_0\times m_e=\left(-\frac{v_0}{u_0}\right)\times\left(-\frac{v_e}{u_e}\right)$

  $$=\left(1-\frac{v_0}{f_0}\right)\times\left(-\frac{v_e}{u_e}\right)=\left(\frac{-v_0}{u_0}\right)\times\left(1-\frac{v_e}{f_e}\right)$$

  $$=\left(1-\frac{v_0}{f_0}\right)\times\left(1-\frac{v_e}{f_e}\right)$$

  [মনে রাখতে হবে এই সূত্রগুলো ব্যবহারের সময় অবশ্যই যথাযথ sign বসিয়ে নিতে হবে]

- জটিল অণুবীক্ষণের, M-এর সূত্রে, $v_1, u_1, f_1, f_2, u_2 \rightarrow$ এরা সবাই (+), শুধু $v_2 \rightarrow (-)$



v_1 = অভিলক্ষ থেকে P'Q' বিম্বের দূরত্ব = +ve = v_0

u_1 = অভিলক্ষ থেকে PQ লক্ষবস্তুর দূরত্ব = +ve = u_0

u_2 = অভিনেত্র থেকে P'Q' বিম্বের

(যা অভিনেত্রের জন্য বস্তু হিসেবে কাজ করে) দূরত্ব = +ve = u_e

v_2 = অভিনেত্র থেকে P_2Q_2 বিম্বের দূরত্ব = −ve = v_e

f_e = অভিনেত্র লেন্সের ফোকাস দূরত্ব = +ve

f_o = অভিলক্ষ্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ব = +ve

যদি চূড়ান্ত বিম্ব P_2Q_2 চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হয়, তাহলে, $v_2 = -D$

D = স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব

$\therefore M = -\frac{v_o}{u_o}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$ [এই সূত্রে সকল রাশির sign বসানো আছে। শুধু মান বসালেই হবে]

সূত্রে D = 25cm (+ ve) value বসাতে হবে।

উপরের M এর রাশিকে এভাবেও লেখা যায়-

বিবর্ধন = $m_0 \times m_e$

$M = \left(1 - \frac{v_o}{u_o}\right)\left(1 - \frac{v_e}{u_e}\right)$ [sign বসানো হয়নি]

$= \left(1 - \frac{v_o}{f_o}\right)\left(1 + \frac{v_e}{f_e}\right)$ [sign বসানো আছে]

[N.B: অভিনেত্র দ্বারা সৃষ্ট বিম্ব কোথায় গঠিত হয় বলা না থাকলে $v_2 = D = 25$cm করতে হবে]

- যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = v_1 + u_2$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 1cm ও 2.5cm এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 12cm। অভিলক্ষ্য থেকে কত দূরে বস্তু স্থাপন করলে অভিনেত্র থেকে 25cm দূরে একটি বিবর্ধিত অবাস্তব বিম্ব গঠিত হবে? **[KUET'18-19; CUET'15-16]**

(a) 15.83cm (b) 14.27cm

(c) 9.73cm (d) 0.15cm

(e) 0.12m

Sol^n: (No correct answer); $\frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_e}$

$\Rightarrow u_2 = 2.27$cm

$\therefore v_1 = 12 - u_2 = 9.73$cm

আবার, $\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_0}$

$\therefore u_1 = 1.11$cm

02. একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 2.5 cm ও 5.6 cm। স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে গঠিত কোন লক্ষ্যবস্তুর চূড়ান্ত বিম্বকে 6.25 cm লম্বা মনে হলো। বস্তুটির আসল দৈর্ঘ্য কত? [যন্ত্রের নলের দৈর্ঘ্য 25 cm] **[KUET'17-18]**

(a) 0.16 cm (b) 0.13 cm

(c) 1.1 cm (d) 0.22 cm

(e) 1.8 cm ⓐ

Sol^n: $\frac{1}{f_e} = \frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} \Rightarrow \frac{1}{5.6} = \frac{1}{u_e} + \frac{1}{-25}$ $\therefore u_e = 4.58$

$\therefore v_o = L - u_e = 20.42$ cm

$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{u_0} + \frac{1}{v_e} \Rightarrow \frac{1}{2.5} = \frac{1}{u_0} + \frac{1}{20.42}$ $\therefore u_0 = 2.65$

$M = \left|\frac{v_o}{u_o} \cdot \frac{v_e}{u_e}\right| = \left|\frac{20.42 \times 25}{2.85 \times 4.58}\right| = 39.1$

$\therefore l = \frac{l'}{m} = \frac{6.25}{39.11} = 0.16$ cm

03. কোন যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রে অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব 10cm ও 15cm। যদি অভিলক্ষ্য থেকে বাস্তব প্রতিবিম্বের দূরত্ব 50 cm হয় এবং অভিনেত্র থেকে অবাস্তব প্রতিবিম্বের দূরত্ব 60cm হয়, তবে ঐ অনুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন কত? **[KUET'16-17]**

(a) 10 (b) 15 (c) 20 (d) 50

(e) 60 ⓒ

Sol^n: $\frac{1}{u_0} + \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0}$

$\Rightarrow u_0 = 12.5$cm | $v_0 = 50$cm, $f_0 = 10$cm

আবার, $\frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} = \frac{1}{f_e}$

$\Rightarrow u_e = 12$cm | $v_e = -60$cm, $f_e = 15$ cm

$\therefore |M| = m_o \times m_e = \left|\frac{v_o}{u_o}\right| \times \left|\frac{v_e}{u_e}\right|$

$= \frac{50}{12.5} \times \frac{60}{12} = 4 \times 5 = 20$ cm

04. কোন জটিল অনুবীক্ষণ যন্ত্রে অভিলক্ষ্যের ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 4mm ও 5cm । যদি অভিলক্ষ্য থেকে বাস্তব বিম্বের দূরত্ব 20cm হয় এবং অভিনেত্র থেকে শেষ অবাস্তব দূরত্ব 25cm হয় তবে ঐ অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন কত? **[KUET'10-11]**

(a) 294 (b) 290 (c) 245 (d) 300

(e) 275 ⓐ

Sol^n: $f_o = 4mm = 0.4cm, f_e = 5cm,$

$v_o = 20cm, v_e = 25cm$

$$|M| = |m_o \times m_e| = \left|\left(1-\frac{v_0}{f_0}\right)\left(1-\frac{v_e}{f_e}\right)\right|$$

$$= \left|\left(1-\frac{20}{0.4}\right)\left(1-\frac{-25}{5}\right)\right| = 294$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব 2cm এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব 5 cm । এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 10cm। অভিলক্ষ্যের সম্মুখে কতদূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে অভিনেত্র হতে 20cm দূরে প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে? অণুবীক্ষন যন্ত্রের মোট বিবর্ধন কত? **[KUET'04-05]**

Sol^n: $\frac{1}{f_e} = \frac{1}{v_e} + \frac{1}{u_e} \Rightarrow \frac{1}{u_e} = \frac{1}{5} - \frac{1}{(-20)}$

$\therefore u_e = 4cm$

আবার, $v_0 + u_e = 10$

$\Rightarrow v_0 = 10 - u_e = 10 - 4$

$\therefore v_o = 6cm$

এখন, $\frac{1}{f_0} = \frac{1}{v_0} + \frac{1}{u_0} \Rightarrow \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_0} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$

$\therefore u_0 = 3cm$

$|M| = \left|\frac{v_0}{u_0}\right|\left|\frac{v_e}{u_e}\right| = \left|\frac{6}{3}\right|\left|\frac{20}{4}\right| = 10$ **(Ans.)**

02. একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 1cm ও 5cm। অভিলক্ষ্য হতে 30cm দূরে বস্তুর বিম্ব গঠিত হবার পর অভিনেত্র হতে 25cm দূরে শেষ অলীক বিম্বটি দেখা যায়। বিম্বের মোট বিবর্ধন বের কর। **[KUET'03-04]**

Sol^n: $\frac{1}{v_o} + \frac{1}{u_o} = \frac{1}{f_o} \Rightarrow u_o = \frac{v_o f_o}{v_o - f_o} = \frac{30\times1}{30-1} = \frac{30}{29}cm$

$\therefore \frac{v_o}{u_o} = 29$

$\therefore M = -\frac{v_o}{u_o}\left(1+\frac{D}{f_e}\right) = -29\left(1+\frac{25}{5}\right) = -174$

$\therefore |M| = 174$ **(Ans.)**

T-06: নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র

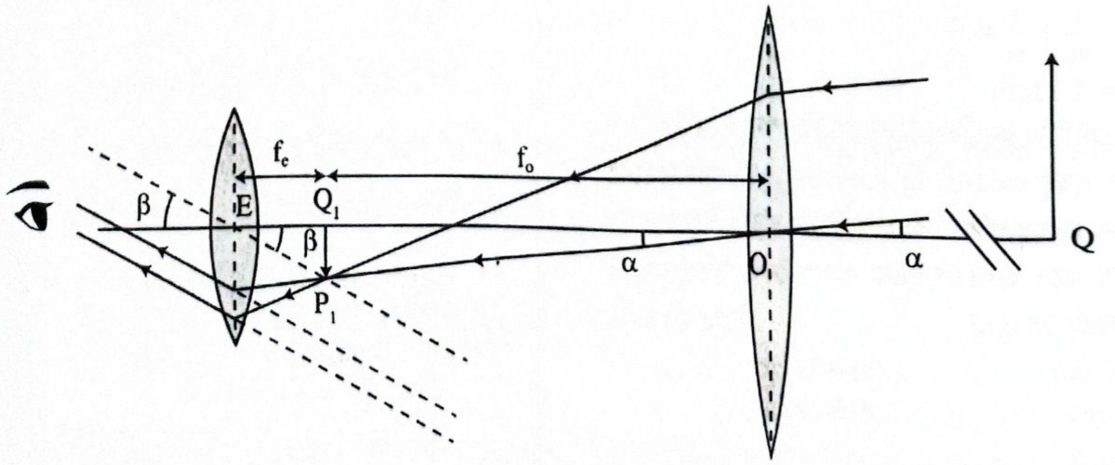
কনসেপ্ট রিভিউ

➢ দূরের বস্তু (চন্দ্র, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র ইত্যাদি) বড় বা স্পষ্ট করে দেখার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্র। এক্ষেত্রে দুইটি Case আছে-

(i) স্বাভাবিক বা অসীমে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে: অসীম থেকে আগত রশ্মি অভিলক্ষ্যের ফোকাসে বিম্ব গঠন করে এবং অভিনেত্রের ফোকাসটিও অভিলক্ষ্যের ফোকাসের উপরেই থাকে।

কৌণিক বিবর্ধন: $M = \frac{f_o}{f_e}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য: অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $L = f_o + f_e$



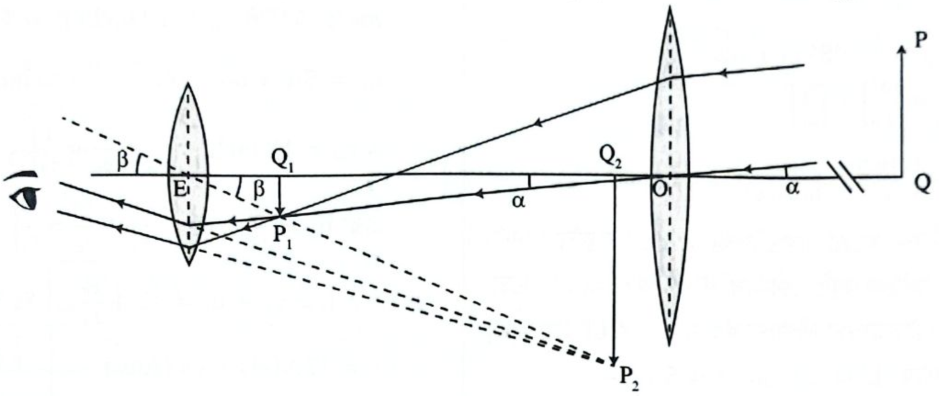
(ii) **স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং:** স্বাভাবিক ফোকাসিং এ চূড়ান্ত বিম্ব অস্পষ্ট দেখা যায়। এজন্য যন্ত্রের স্ক্রু ঘুরিয়ে এমনভাবে রাখা হয়, যাতে শেষ বিম্ব স্পষ্ট হয়। এই বিষয়টিকে ফোকাসিং বলে। যেহেতু চোখ থেকে 0.25m দূরে কোনো বস্তু সবচেয়ে বেশি স্পষ্ট দেখা যায়, তাই ফোকাসিং করে শেষ প্রতিবিম্বকে চোখ থেকে 0.25m দূরেই রাখা হয়। এজন্য একে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং বলা হয়।

কৌণিক বিবর্ধন: $M = f_o\left(\frac{1}{f_e} + \frac{1}{D}\right) = \frac{f_o}{f_e}\left(1 + \frac{f_e}{D}\right)$ [sign বসানো আছে, শুধু মান বসিয়ে math করবে]

এখানে $D = +25$ cm বসাতে হবে। এই সমীকরণে $D = \infty$ বসালে $M = \frac{f_0}{f_e}$ যা স্বাভাবিক ফোকাসিং এ বিবর্ধনের মান।

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = f_o + u_e, u_e = \frac{D\times f_e}{D+f_e} \therefore L = f_o + \frac{f_e}{1+\frac{f_e}{D}} = f_o + \frac{D\times f_e}{D+f_e}$ [sign বসানো আছে]

যেখানে, f_o = অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, f_e = অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, u_e = অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত বিম্বের দূরত্ব।



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 125 এবং 10cm। নিকট ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য কত হবে? **[KUET'14-15]**

(a) 125cm (b) 25cm (c) 10cm (d) 13.2cm
(e) 132.1cm ⓔ

Solⁿ: $L = f_o + \frac{D\times f_e}{D+f_e} = 125 + \frac{25\times10}{25+10} = 132.1\text{cm}$

02. একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.8m ও 0.04m হলে স্বাভাবিক দৃষ্টির জন্য যন্ত্রটির বিবর্ধন কত হবে? **[BUET'13-14]**

(a) 0.05 (b) 20.0 (c) 2.0 (d) 200.0 ⓑ

Solⁿ: $M = \frac{f_o}{f_e} = \frac{0.8}{0.04} = 20$

03. 4 বিবর্ধন ক্ষমতাবিশিষ্ট একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দুইটি লেন্সের মধ্যবর্তী দূরত্ব 36cm। লেন্স দুইটির ফোকাস দূরত্ব কত হবে? **[BUET'12-13]**

(a) 7.2 cm, 28.8 cm (b) 5 cm, 20 cm
(c) 45 cm, 180 cm (d) 27 cm, 108 cm ⓐ

Solⁿ: $\frac{f_o}{f_e} = 4 \Rightarrow f_o = 4f_e$

$f_o + f_e = 36 \Rightarrow 4f_e + f_e = 36$

$\Rightarrow f_e = \frac{36}{5} = 7.2\text{cm}$

$f_o = 4f_e = 4\times7.2 = 28.8$ cm

04. নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন ক্ষমতার সমীকরণ কোনটি? **[RUET'11-12]**

(a) $m = 1 + \frac{D}{F}$ (b) $m = \frac{v_o}{u_o}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$
(c) $m = f_o\left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f_e}\right)$ (d) $m = \frac{1}{f_o}\left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f_e}\right)$
(e) None ⓒ

05. নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র কী ধরনের প্রতিবিম্ব নিয়ে গঠিত হয়? **[BUTEX'11-12]**

(a) সিধা (b) উল্টা
(c) সিধা ও বিবর্ধিত (d) উল্টা ও খর্বিত ⓑ

06. 1m ফোকাল লেংথের একটি উত্তল (convex) এবং 10cm ফোকাল লেংথের একটি অবতল (concave) লেন্স ব্যবহার করে একটি টেলিস্কোপ তৈরী করা হলে টেলিস্কোপটির দৈর্ঘ্য কত হবে? **[SUST'11-12]**

(a) 80cm (b) 85cm (c) 90cm (d) 95cm
(e) 100cm ⓒ

Solⁿ: $L = f_o + f_e = (100 - 10)\text{cm}$
$= 90\text{cm}$ (স্বাভাবিক ফোকাস ধরে)

07. একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য 85cm এবং বিবর্ধন ক্ষমতা 16। দূরবীক্ষণ যন্ত্রটির অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্র লেন্সের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে- **[SUST'10-11]**

(a) 50cm, 35cm (b)75cm, 10cm
(c) 80 cm, 5 cm (d) 96 cm, 6cm ⓒ

Solⁿ: $\frac{f_o}{f_e} = 16, f_o + f_e = 85 \Rightarrow 16f_e + f_e = 85$

$\therefore f_e = \frac{85}{17} = 5\text{cm}$; $f_o = (85 - 5) = 80\text{cm}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি টেলিস্কোপের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্র এর ফোকাস দূরত্ব 0.50m ও 0.05m। স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব 0.25m স্পষ্ট দর্শনের জন্য অভিলক্ষ্য এর 2.0m দূরে একটি স্কেলের উপর টেলিস্কোপকে ফোকাস করা হয়। (a) অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্র এর মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং (b) বিবর্ধন নির্ণয় কর। **[BUET'03-04]**

Sol^n: (a)$u_o = 2.0\text{m}$; $v_o = \frac{u_0 \times f_0}{u_0 - f_0} = \frac{2 \times .5}{2 - .5} = 0.667\text{m}$

$$u_e = \frac{v_e \times f_e}{v_e - f_e} = \frac{-.25 \times (.05)}{-.25 - .05} = 0.0417\text{m}$$

$\therefore l = v_o + u_e = 0.7087\text{m}$. **(Ans.)**

(b) বিবর্ধন, $|M| = \left|\frac{v_o}{u_o}\right| \times \left|\frac{v_e}{\mu_e}\right|$

$$= \left|\frac{0.667}{2}\right| \times \left|\frac{0.25}{0.04167}\right| = 2 \text{ (Ans.)}$$

02. একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের নলের দৈর্ঘ্য 32 cm। যন্ত্রটির বিবর্ধন ক্ষমতা 5 হলে অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব কত হবে? নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রে ভিউফাইন্ডার লাগানো হয় কেন? **[CUET'03-04]**

Sol^n: দেওয়া আছে, $L = 32\text{ cm}, M = 5, f_o = ?$

$L = f_o + f_e$

$\Rightarrow 32 = f_o + f_e, M = \frac{f_o}{f_e}$

$\Rightarrow 5 = \frac{f_o}{f_e} \Rightarrow f_o = 5f_e \therefore 32 = 5f_e + f_e$

$\therefore f_e = 5.33\text{ cm}$

$\therefore f_o = 5 \times f_e = 5 \times 5.33 = 26.65\text{cm}$ **(Ans.)**

দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন বেশি কিন্তু দৃষ্টিক্ষেত্র খুব কম, তাই তার গায়ে ভিউফাইন্ডার লাগানো হয় যার দৃষ্টিক্ষেত্র অনেক বেশি।

03. একটি নভো দূরবীক্ষণের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 10 inch এবং 1inch. অভিলক্ষ্য হতে 5ft দূরে একটি বস্তুর প্রতি দূরবীক্ষণ ফোকাস করলে প্রতিবিম্ব দর্শকের চোখ হতে 10 inch দূরে গঠিত হয়। দূরবীক্ষণ নলের দৈর্ঘ্য ও বিবর্ধন নির্ণয় কর। **[BUET'00-01]**

Sol^n: এখানে, $f_o = 10\text{ inch}$; $f_e = 1\text{ inch}$

$u_o = 5\text{ft} = 60\text{ inch}$; $v_e = -10\text{ inch}$

$\therefore v_o = 12\text{ inch} \left[\because \frac{1}{v_o} + \frac{1}{u_o} = \frac{1}{f_o}\right]$

এবং $u_e = \frac{10}{11}\text{ inch} \left[\because \frac{1}{v_e} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}\right]$

$\therefore L = v_0 + u_e = 12 + \frac{10}{11}$

$= 12.9091\text{ inch}$ **(Ans.)**

$M = \left|\frac{v_0}{u_0} \times \frac{v_e}{u_e}\right|$

$= \frac{12}{60} \times \frac{10}{\frac{10}{11}} = 2.2$ **(Ans.)**

$v_o = (10^{-1} - 60^{-1})^{-1}$

$= 12\text{ inch}$

$u_e = (1^{-1} + 10^{-1})^{-1}$

$= \frac{10}{11}\text{inch}$

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. প্রিজম কোণ 60° এবং ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 48°30′ হলে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক কত হবে? [ইসহাক স্যার]

(a) 1.53 (b) 1.62 (c) 1.73 (d) 1.75

02. কোনো একটি প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$। ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 30° হলে প্রিজমটির প্রতিসরাঙ্ক কোণের মান কত হব? [ইসহাক স্যার]

(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 73°

03. লাল, হলুদ এবং নীল বর্ণের জন্য কোয়ার্টজের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.4564, 1.4585 এবং 1.463। কোয়ার্টজের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার]

(a) 0.014 (b) 0.016 (c) 0.02 (d) 0.022

04. একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের নলের দৈর্ঘ্য 55 cm এবং কৌণিক বিবর্ধন 10। এর অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব কত? [ইসহাক স্যার]

(a) 40 cm (b) 20 cm (c) 50 cm (d) 30 cm

05. একটি দূরবীক্ষণযন্ত্রের সর্বনিম্ন বিবর্ধন ক্ষমতা M, যদি অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয়, তাহলে বিবর্ধন ক্ষমতা হবে অভিলক্ষ্যের— [তপন স্যার]

(a) 2M (b) $\frac{M}{2}$ (c) $\sqrt{2}$M (d) 3M

06. কোনো দর্পণের উন্মেষ কত ডিগ্রি হলে তাকে ক্ষুদ্র উন্মেষ দর্পণ বলে? [তপন স্যার]

(a) > 10° (b) < 10° (c) > 15° (d) < 20°

07. একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 25cm ও 5cm। স্বাভাবিক দর্শন ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে দূরবীক্ষণ নলের দৈর্ঘ্য কত? [তপন স্যার]

(a) 5m (b) 5cm (c) 30cm (d) 30m

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. c	03. a	04. c	05. a	06. b	07. c

08. 4 বিবর্ধনবিশিষ্ট একটি নভো-দূরবীক্ষণযন্ত্রের লেন্স দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 36 cm। লেন্স দুটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। [তপন স্যার]
(a) 7 cm ও 28 cm
(b) 4 cm ও 36 cm
(c) 7.2 cm ও 28.8 cm
(d) 10.5 cm ও 20.6 cm

09. একটি যৌগিক অণুবীক্ষণযন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধন যথাক্রমে 50 ও 5 হলে উক্ত অণুবীক্ষণযন্ত্রের মোট বিবর্ধন কত? [তপন স্যার]
(a) 45
(b) 55
(c) 10
(d) 250

10. শার্লক হোমস তার ঘটনাস্থল পরীক্ষার জন্য যে লেন্সটি ব্যবহার করতেন তার ফোকাস দূরত্ব 12.5 cm। তিনি একটি স্ক্রু খুঁজতে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে লেন্সটি রাখলেন এবং সুস্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে বিবর্ধিত বিম্ব পেলেন। তিনি যন্ত্রটির সাহায্যে কতগুণ বিবর্ধন পেলেন? [তপন স্যার]
(a) 0.5
(b) 1.5
(c) 2
(d) 3

MCQ উত্তরমালা

08. c	09. d	10. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটা পানিপূর্ণ পাত্রে পানির গভীরতা 18 cm বলে মনে হয়। পাত্রে আরও পানি ঢেলে প্রকৃত গভীরতা 8 cm বাড়ালে পাত্রের পানির আপাত গভীরতা 24 cm বলে মনে হয়। পানির প্রতিসরণাঙ্ক এবং পাত্রে পানির প্রাথমিক প্রকৃত গভীরতা নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: 24cm, 1.3333]

02. 13 cm ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স থেকে কত দূরে বস্তু স্থাপন করলে বাস্তব বিম্বের আকার বস্তুর আকারের তিন গুণ হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans: 17.3333cm]

03. একটি উভোত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব এর বক্রতার ব্যাসার্ধের সাথে সম্পর্ক হলো $f = r$। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: 1.5]

04. অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 1 cm এবং 4 cm। এদের মধ্যে দূরত্ব 14.5 cm। যদি 2 mm উচ্চতার একটি বস্তু অভিলক্ষ্য হতে 1.1 cm দূরে স্থাপন করা হয় তবে মাইক্রোস্কোপের সাহায্যে প্রতিবিম্বের অবস্থান এবং আকৃতি কেমন হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans: 16 cm]

05. একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 45 cm ও 5 cm। স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য এবং এর দ্বারা সৃষ্ট বিবর্ধন নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: 49.167 cm, 10.8]

06. একটি কাচ প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° এবং প্রতিসরণাঙ্ক 1.6। যদি প্রথম প্রতিসরণাঙ্ক তলে আপতন কোণ 45° হয় তবে রশ্মির বিচ্যুতি নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: 47.8°]

07. লাল আলোর জন্য ক্রাউন গ্লাস ও ফ্লিন্ট গ্যাসের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.515 এবং 1.644। আবার বেগুনি আলোর জন্য ক্রাউন ও ফ্লিন্ট গ্যাসের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.532 এবং 1.6685। চশমার কাচ তৈরির জন্য কোন গ্লাসটি উপযোগী এবং কেন? [ইসহাক স্যার]
[Ans: $\therefore W_C < W_F$, তাই ক্রাউন অধিক উপযোগী।]

08. যদি একটি বস্তু উত্তল লেন্স থেকে 4 cm দূরে রাখা হয়, তবে লেন্স থেকে 20 cm দূরে একটি বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। যদি লেন্সটি বিবর্ধক কাচ হিসাবে ব্যবহার করা হয় তবে এ থেকে সর্বোচ্চ কত বিবর্ধন পাওয়া যাবে? স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্ব 25 cm। [ইসহাক স্যার] [Ans: 8.5]

09. কোনো লেন্স থেকে একটি বস্তু 16 cm দূরে অবস্থিত। লেন্সটি তা থেকে 24 cm দূরে অবাস্তব বিম্ব গঠন করল। লেন্সের ক্ষমতা কত? [ইসহাক স্যার] [Ans: 2.0833 D]

10. একটি সরু উভোত্তল লেন্স হতে 0.24 m দূরে একটি বস্তু রেখে লেন্সের বিপরীত পার্শ্বে 0.30 m দূরে বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া গেল। লেন্সের প্রথম ও দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 0.16 m ও 0.20 m হলে লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: $\therefore \mu = 1.667$]

11. একটি সম উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ 20 cm এবং এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.5। লেন্সটি (i) বাতাসে এবং (ii) পানিতে নিমজ্জিত থাকলে ফোকাস দৈর্ঘ্য কত হবে? (পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = \frac{4}{3}$) [ইসহাক স্যার] [Ans: (i) 20 cm, (ii) 80 cm]

12. একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.30 m এবং 0.02m। স্বাভাবিক দর্শনের জন্য যন্ত্রের (i) কৌণিক বিবর্ধন এবং (ii) দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [ইসহাক স্যার] [Ans: (i) 15, (ii)0.32m]

13. একটি প্রিজমের কোণ 45° এবং উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{5}$। এই প্রিজমের এক প্রতিসরণ পৃষ্ঠে আলোক রশ্মি কত কোণে আপতিত হলে রশ্মিটির দ্বিতীয় প্রতিসরণ পৃষ্ঠ ঘেঁষে নির্গত হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans: 45°]

14. একটি প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক কোণের মান 60° এবং সোডিয়াম আলোকরশ্মির জন্য এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.5। ওই আলোক রশ্মি প্রিজমটির মধ্য দিয়ে গেলে বিচ্যুতি কোণের ন্যূনতম মান কত হবে? [ইসহাক স্যার] [Ans: 37.181°]

15. কোনো প্রিজমে আপতন কোণ 40° ও নির্গত কোণ 33° হলে প্রিজম কোণ কত? ($\mu = 1.5$) [ইসহাক স্যার] **[Ans: 46.664°]**

16. +1.5 D এবং −3.5 D ক্ষমতার দুটি লেন্স পরস্পরের সংস্পর্শে অবস্থিত। সংযোজনটির তুল্য ক্ষমতা ও ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

[ইসহাক স্যার] **[Ans: −50 cm]**

17. একটি প্রিজমের প্রিজম কোণ 6° এবং বেগুনি ও লাল বর্ণের জন্য প্রিজম উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.54 ও 1.52। প্রিজমের কৌণিক বিচ্ছুরণ ও বিচ্ছুরণ ক্ষমতা নির্ণয় কর।

[প্রামাণিক স্যার] **[Ans: 0.12°, 0.037736]**

18. একটি উত্তল লেন্স থেকে 90 cm দূরে একটি বস্তুকে রাখা হলে 45 cm দূরের পর্দায় একটি বাস্তব প্রতিবিম্ব তৈরি করে। এই লেন্সের গা ঘেঁষে একটি অবতল লেন্স লাগানো হলে আরও 75 cm দূরে একটি বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়। অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো।

[প্রামাণিক স্যার] **[Ans: −72 cm]**

19. 4 বিবর্ধনবিশিষ্ট একটি নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের লেন্স দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 36 cm। লেন্স দুটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো।

[তপন স্যার] **[Ans: 28.8 cm]**

20. একটি লেন্স বস্তু থেকে 214 cm দূরে একটি বাস্তব বিম্ব গঠন করে যার উচ্চতা বস্তুর উচ্চতার 5/3 গুণ। এটি কী ধরনের লেন্স এবং এর ফোকাস দূরত্ব কত? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03]

[Ans: 50.2 cm]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ: (b);** $\mu = \frac{\sin\frac{60^\circ+48.5^\circ}{2}}{\sin\frac{60^\circ}{2}} = 1.623$

02. **Solⁿ: (c);** $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} \Rightarrow \sin\frac{A+\delta_m}{2} = \sqrt{2} \times \sin\frac{A}{2} \Rightarrow A = 60^\circ$

03. **Solⁿ: (a);** $\omega = \frac{\mu_B-\mu_R}{\mu_Y-1} = \frac{1.463-1.4564}{1.4585-1} \therefore \omega = 0.014394$

04. **Solⁿ:** নলের দৈর্ঘ্য, $L = f_o + f_e = f_o + \frac{f_o}{M} = f_o\left(1+\frac{1}{M}\right)$

$\therefore f_0 = \frac{L}{1+\frac{1}{M}} = \frac{55}{1+\frac{1}{10}} = 50\text{ cm}$ **(Ans.)**

05. **Solⁿ: (a);** $M = \frac{f_0}{f_e}; f_0' = 2f_0; M' = \frac{f_0'}{f_e'} = \frac{2f_0}{f_e} = 2M$

06. **Solⁿ: (b);** ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত দর্পণের কৌণিক উন্মেষ 10° এর কম হয়।

07. **Solⁿ: (c);** $L = f_o + f_e = (25+5) = 30\text{cm}$

08. **Solⁿ: (c);** $M = \frac{f_0}{f_e} = 4 \Rightarrow f_0 = 4f_e$

$L = f_0 + f_e = 4f_e + f_e = 5f_e = 36\text{ cm}$

$\therefore f_e = 7.2\text{ cm} \therefore f_0 = (4\times 7.2)\text{cm} = 28.8\text{ cm}$

09. **Solⁿ: (d);** $|M| = |m_0 \times m_e| = |50\times 5| = 250$

10. **Solⁿ: (d);** $M = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{25}{12.5} = 1 + 2 = 3$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** প্রাথমিক প্রকৃত গভীরতা h হলে, $\mu = \frac{h}{18} = \frac{h+8}{24}$

$\Rightarrow 24h = 18h + 8\times 18 \Rightarrow h = \frac{8\times 18}{24-18} = \frac{8\times 18}{6} = 8\times 3$

$\therefore h = 24\text{cm}$ **(Ans.)**

এবং $\mu = \frac{24}{18} = \frac{4}{3} = 1.3333$ **(Ans.)**

02. **Solⁿ:** $m = \frac{-v}{u} = -3$

$\therefore v = +3u$ [বাস্তব বিম্ব বলে]

আমরা জানি, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{3u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{13} \Rightarrow \frac{4}{3u} = \frac{1}{13}$

$\therefore u = \frac{52}{3} = 17.3333\text{cm}$ **(Ans.)**

03. **Solⁿ:** $\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$r_1 = r$ এবং $r_2 = -r \therefore \frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{r} = (\mu-1)\frac{2}{r} \Rightarrow \frac{1}{2} = \mu - 1 \therefore \mu = \frac{3}{2} = 1.5$ **(Ans.)**

04. **Solⁿ:** অভিলক্ষ্যের জন্য, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$\Rightarrow \frac{1}{v_o} + \frac{1}{1.1} = \frac{1}{1} \Rightarrow \frac{1}{v} = 1 - \frac{1}{1.1} = 1 - \frac{10}{11} = \frac{11-10}{11} = \frac{1}{11}$

$\therefore v = 11\text{ cm} \therefore m_o = \frac{v_o}{u_o} = \frac{11}{1.1} = 10$

অভিনেত্রের জন্য, $u_e = 14.5 - 11 = 3.5\text{ cm}$

$\frac{1}{v_e} + \frac{1}{3.5} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{1}{v_e} = \frac{1}{4} - \frac{1}{3.5} = \frac{1}{4} - \frac{10}{35} = \frac{35-40}{140} = \frac{-5}{140} = -\frac{1}{28}$

$\therefore v_e = -28\text{ cm} \therefore m_e = \frac{-28}{3.5} = \frac{-280}{35} = -8$

$\therefore |M| = |m_o \times m_e| = 80$

∴ প্রতিবিম্ব অবাস্তব ও অভিনেত্র হতে 28 cm দূরে গঠিত।

প্রতিবিম্বের আকার = (80 × 2) mm = 160 mm

= 16 cm **(Ans.)**

05. **Sol^n:** নলের দৈর্ঘ্য, $L = f_o + \frac{D \times f_e}{D + f_e} = 45 + \frac{25 \times 5}{25+5} = 45 + \frac{125}{30}$

$= 45 + 4.167 = 49.167$ cm **(Ans.)**

বিবর্ধন, $M = \frac{f_o}{f_e}\left(1 + \frac{f_e}{D}\right) = \frac{45}{5}\left(1 + \frac{5}{25}\right)$

$= 9\left(\frac{25+5}{25}\right) = 9 \times \frac{30}{25} = 9 \times \frac{6}{5} = 9 \times 1.2 = 10.8$ **(Ans.)**

06. **Sol^n:** প্রথম তলে, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \Rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin 45^\circ}{1.6} \therefore r_1 = 26.228^\circ$

$\therefore r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 26.228^\circ = 33.772^\circ$

$\therefore$ দ্বিতীয় তলে, $\mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} \Rightarrow \sin i_2 = 1.6 \times \sin 33.772^\circ$

$\therefore i_2 = 62.8^\circ$

$\therefore$ বিচ্যুতি কোণ, $\delta = i_1 + i_2 - A$

$= 45^\circ + 62.8^\circ - 60^\circ = 47.8^\circ$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** ক্রাউন গ্লাসের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা,

$\omega_C = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1} = \frac{1.532 - 1.515}{\left(\frac{1.532 + 1.515}{2}\right) - 1} = 0.03247$

ফ্লিন্ট গ্লাসের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা,

$\omega_F = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu - 1} = \frac{1.6685 - 1.644}{\left(\frac{1.6685 + 1.644}{2}\right) - 1} = 0.03733$

$\therefore \omega_C < \omega_F$, তাই ক্রাউন অধিক উপযোগী। **(Ans.)**

08. **Sol^n:** $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{4} \therefore f = \frac{10}{3}$ cm

$\therefore M = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{25}{\frac{10}{3}} = \frac{17}{2} = 8.5$ **(Ans.)**

09. **Sol^n:** $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{16} + \frac{1}{-24} = \frac{1}{48} \therefore f = 48$ cm $= 0.48$ m

$\therefore P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.48} = 2.0833$ D **(Ans.)**

10. **Sol^n:** $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{0.24} + \frac{1}{0.30} = \frac{15}{2} = 7.5$

এখন, $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

$\Rightarrow 7.5 = (\mu - 1) \times \left(\frac{1}{0.16} - \frac{1}{-0.20}\right) \therefore \mu = 1.667$ **(Ans.)**

11. **Sol^n:** (i) $\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = (1.5 - 1) \times \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{-20}\right)$

$\therefore f = 20$ cm **(Ans.)**

(ii) $\frac{f_w}{f_a} = \frac{\left(\frac{\mu_g}{\mu_a} - 1\right)}{\left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1\right)} = \frac{\left(\frac{1.5}{1} - 1\right)}{\left(\frac{1.5}{\frac{4}{3}} - 1\right)} = 4$

$\therefore f_w = 4f_a = 4 \times 20 = 80$ cm **(Ans.)**

12. **Sol^n:** (i) কৌণিক বিবর্ধন, $m = \frac{f_o}{f_e} = \frac{0.30}{0.02} = 15$

(ii) দৈর্ঘ্য, $L = f_o + f_e = 0.30 + 0.02 = 0.32$m

13. **Sol^n:** $r_2 = \theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right) = 26.5651^\circ$

$\therefore r_1 = A - r_2 = 45^\circ - 26.5651^\circ = 18.4349^\circ$

এখন, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$\Rightarrow i_1 = \sin^{-1}(\mu \sin r_1) = \sin^{-1}(\sqrt{5} \times \sin 18.4349^\circ)$

$= \sin^{-1}\left(\sqrt{5} \times \frac{1}{\sqrt{10}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) \therefore i_1 = 45^\circ$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}} \Rightarrow 1.5 \times \sin\frac{60^\circ}{2} = \sin\frac{60^\circ + \delta_m}{2}$

$\Rightarrow 0.75 = \sin\left(30^\circ + \frac{\delta_m}{2}\right) \therefore \delta_m = 37.181^\circ$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \Rightarrow r_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 40^\circ}{1.5}\right) = 25.374^\circ$

এবং, $r_2 = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 33^\circ}{1.5}\right) = 21.29^\circ$

$\therefore A = r_1 + r_2 = 46.664^\circ$ **(Ans.)**

16. **Sol^n:** $P = P_1 + P_2 = (+1.5 - 3.5) = -2D$

$\therefore f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2} = -0.5$m $= -50$ cm

17. **Sol^n:** কৌণিক বিচ্ছুরণ $= (\mu_V - \mu_R)A$

$= (1.54 - 1.52) \times 6^\circ = 0.12^\circ$ **(Ans.)**

বিচ্ছুরণ ক্ষমতা $= \frac{\mu_V - \mu_R}{\mu - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{\frac{1.54 + 1.52}{2} - 1} = 0.037736$ **(Ans.)**

18. **Sol^n:** $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{90} + \frac{1}{45} = \frac{1}{30} \therefore f_1 = 30$ cm

তুল্য ফোকাস দূরত্ব f হলে, $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v'} = \frac{1}{90} + \frac{1}{120} = \frac{4+3}{360} = \frac{7}{360}$

$\therefore f = \frac{360}{7}$ cm

অবতল লেন্সের ফোকাস দুরত্ব f_2 হলে,

$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{7}{360} - \frac{1}{30} = \frac{7-12}{360} = \frac{-5}{360} = -\frac{1}{72}$

$\therefore f_2 = -72$ cm **(Ans.)**

19. **Sol^n:** $M = \frac{f_o}{f_e} = 4 \Rightarrow f_o = 4f_e$

$L = f_0 + f_e = 5f_e = 36 \therefore f_e = \frac{36}{5} = 7.2$ cm

$\therefore f_o = 4 \times 7.2 = 28.8$ cm

20. **Sol^n:** বাস্তব বিম্ব গঠিত হওয়ায় এটি একটি উত্তল লেন্স।

বিবর্ধন, $m = -\frac{v}{u} = -\frac{5}{3} \Rightarrow v = \frac{5}{3}u$

বস্তু ও বিম্বের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $u + v = 214$

$\Rightarrow u + \frac{5}{3}u = 214 \Rightarrow \frac{8}{3}u = 214$

$u = \frac{214 \times 3}{8} = 80.25$ cm

$v = 214 - 80.25 = 133.75$ cm

ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{uv}{u+v} = \frac{80.25 \times 133.75}{214}$

$f \approx 50.2$ cm **(Ans)**

> একটি সংস্কৃতি ধ্বংস করতে বই পোড়াতে হয় না। শুধু মানুষকে বই পড়া থেকে বিরত রাখলেই হয়।
>
> **-Ray Bradbury**

অধ্যায় ০৭

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

টপিক অ্যানালাইসিস

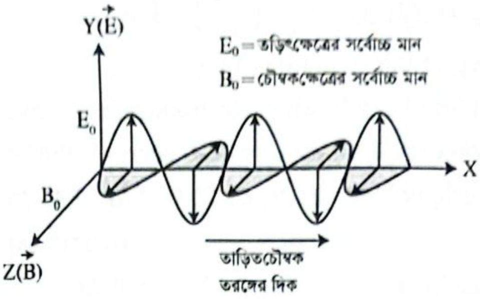
➤ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	T-01: তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ	15	01	BUET'24-25,23-24, 22-23, 21-22; RUET'12-13; BUTEX'13-14; IUT'21-22, 17-18, 14-15, 11-12, 10-11; SUST'24-25	BUTEX'24-25
✪✪✪	T-02: ব্যতিচার	25	13	BUET'24-25, 21-22, 06-07, 13-14, 12-13, 11-12; KUET'24-25, 16-17, 11-12, 10-11 RUET'25-26; CUET'15-16, 11-12; CKRUET'23-24; BUTEX'15-16, 16-17, 13-14, 12-13; IUT'20-21, 17-18	BUET'23-24, 21-22, 18-19, 17-18, 16-17, 14-15, 02-03; KUET'03-04 CUET'05-06; BUTEX'21-22; MIST'24-25, 23-24
✪✪✪	T-03: অপবর্তন	22	09	BUET'23-24, 22-23, 10-11; KUET'24-25, 17-18, 18-19, 15-16, 14-15, 12-13, 10-11 RUET'17-18; CUET'10-11 CUET'25-26; CKRUET'23-24, 22-23, 21-22; IUT'23-24, 21-22, 14-15, 10-11	BUET'25-26, 24-25, 22-23, 14-15, 03-04; KUET'19-20; CUET'24-25; BUTEX'22-23, 05-06;
✪✪✪	T-04: সমবর্তন	07	06	BUET'23-24, 12-13, 11-12; BUTEX'25-26, 16-17, 14-15, 12-13, 11-12; IUT'21-22	BUET'04-05; RUET'19-20 CUET'15-16, 11-12 BUTEX'23-24
✪✪	T-05: তরঙ্গের উপরিপাতন ও তীব্রতা	02	01	BUET'11-12, 10-11	BUET'05-06

Topic-01: তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ

কনসেপ্ট রিভিউ

- $E = E_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(ct - x)$
- $B = B_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(ct - x)$
- $c = \frac{E}{B} = \frac{E_0}{B_0} = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$
- μ = মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা
  $= \mu_r\mu_0 = \mu_r \times 4\pi \times 10^{-7}\text{TmA}^{-1}$
- ε = মাধ্যমের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা
  $= \varepsilon_r\varepsilon_0 = \varepsilon_r \times 8.854 \times 10^{-12}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$
- শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ [$\because \mu_r = 1$ এবং $\varepsilon_r = 1$]
  $= 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$


Y($\vec{E}$)
E_0 = তড়িৎক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান
B_0 = চৌম্বকক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান
E_0
X
B_0
Z($\vec{B}$)
তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের দিক

তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের দিক নির্ধারিত হয় পয়েন্টিং ভেক্টরের মাধ্যমে। পয়েন্টিং ভেক্টরের মান হল তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ একক ক্ষেত্রফলে একক সময়ে তলের সাথে লম্বভাবে যে পরিমাণ শক্তি সঞ্চালিত করে।

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu}(\vec{E} \times \vec{B}) = \vec{E} \times \frac{\bar{B}}{\mu} = \vec{E} \times \vec{H} \text{ (একক Wm}^{-2}\text{)}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. UV, Microwave, γ-Ray, IR Ray এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রম- **[BUET'24-25]**
(a) γ-Ray < Microwave < IR < UV
(b) γ-Ray > UV > IR > Microwave
(c) UV < IR < γ-Ray < Microwave
(d) γ-Ray < UV < IR < Microwave ⓓ

02. UV এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা কত? **[BUET'24-25]**
(a) 10mm-380 nm (b) 0.1 nm-10 nm
(c) 400 nm-700 nm (d) 10 nm-380 nm ⓓ

03. একটি তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের চৌম্বকক্ষেত্রের বিস্তার 4×10^{-6} T হলে, ঐ তরঙ্গের তড়িৎ ক্ষেত্রের বিস্তার কত Vm^{-1}? **[SUST'24-25]**
(a) 2400 (b) 1200 (c) 600 (d) 12 ⓑ

Sol^n: $\frac{E_0}{B_0} = c$

$\Rightarrow E_0 = cB_0$

$= 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-6} = 1200\ \text{Vm}^{-1}$

04. $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin(kx - \omega t)$ একটি তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের তড়িৎ প্রাবল্যের রাশি। তরঙ্গটি কোনদিকে ধাবমান ? **[SUST'24-25]**
(a) +x-অক্ষ (b) +z-অক্ষ
(c) −x-অক্ষ (d) −z-অক্ষ ⓐ

Sol^n: $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin(kx - \omega t)$

$= -\vec{E}_0 \sin(\omega t - kx)$

যা একটি +x-অক্ষ বরাবর চলমান অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ।

05. কোন তরঙ্গের কম্পাঙ্ক সবচেয়ে বেশি? **[SUST'24-25]**
(a) ইনফ্রারেড ওয়েভ (b) রেডিও ওয়েভ
(c) মাইক্রোওয়েভ (d) গামা রশ্মি ⓓ

06. $\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$ এর মাত্রা কত? **[BUET'22-23]**
(a) MLT^{-1} (b) ML^2T^{-1} (c) T^{-1}L (d) TL^{-1} ⓓ

Sol^n: আমরা জানি, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$

$\therefore \sqrt{\mu_0\epsilon_0} = \frac{1}{c}$ $\therefore \sqrt{\mu_0\epsilon_0}$ এর মাত্রা $= \frac{1}{c}$

$\therefore$ এর মাত্রা $= \frac{1}{\text{LT}^{-1}} = \text{L}^{-1}\text{T} = \text{TL}^{-1}$

07. পয়েন্টিং ভেক্টরের সূত্র কোনটি? **[BUET'22-23]**
(a) $\frac{1}{\mu}(\vec{B} \times \vec{H})$ (b) $\frac{1}{\mu}(\vec{E} \times \vec{H})$
(c) $\vec{E} \times \vec{H}$ (d) $\frac{1}{\mu}(\vec{B} \times \vec{E})$ ⓒ

08. কোনটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি? **[BUET'22-23]**
(a) নীল (b) হলুদ (c) কমলা (d) লাল ⓓ

09. নিম্নের কোনটিকে তাপীয় বিকিরণ বলে? **[BUET'21-22]**
(a) IR-radiation (b) X-radiation
(c) γ-radiation (d) UV-radiation ⓐ

10. The light from a 10 mW laser is concentrated on a 2 mm^2 area. What is the maximum value of corresponding sinusoidal electric field? ($\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ \text{Fm}^{-1}$ and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{Hm}^{-1}$). (10 mW ক্ষমতার একটি লেজার থেকে নির্গত আলো 2 mm^2 ক্ষেত্রফলে কেন্দ্রীভূত করা হয়েছে। সংশ্লিষ্ট পরিবর্তনশীল তড়িৎ ক্ষেত্রের সর্বাধিক মান কত হবে? ($\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ \text{Fm}^{-1}$ এবং $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{Hm}^{-1}$). **[IUT'21-22]**
(a) $1.25\ \text{kV.m}^{-1}$ (b) $1.65\ \text{kV.m}^{-1}$
(c) $2.24\ \text{kV.m}^{-1}$ (d) $1.94\ \text{kV.m}^{-1}$ ⓓ

Sol^n: আমরা জানি, $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E} \times \vec{B})$

তীব্রতা, $I = S_{avg} = \frac{E_{max}.B_{max}}{2\mu_0} = \frac{(E_{max})^2}{2\mu_0 c}$

$\therefore E_{max} = \sqrt{2I.\mu_0 c} = \sqrt{2\left(\frac{10\times10^{-3}}{2\times10^{-6}}\right).\mu_0.c}$

$= 1941.63\ Vm^{-1} = 1.941\ kVm^{-1}$

11. Which of the following electromagnetic wave has photons with the greatest energy? (নিম্নের কোন তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গে ফোটনের শক্তি সবচেয়ে বেশি?) **[IUT'17-18]**

(a) Blue light (b) Yellow light
(c) Radio waves (d) X-rays ⓓ

Sol^n: $E = \frac{hc}{\lambda}$ $E \propto \frac{1}{\lambda}$

$\lambda \downarrow,$ $E \uparrow$

λ: gamma ray<X-ray<UV ray<Visible light < IR ray < micro wave < radio wave

12. An FM radio station broadcasts on a frequency of 94.5 MHz. The station uses a half wavelength antenna. What is the length of the antenna? (একটি FM রেডিও স্টেশন 94.5 MHz ফ্রিকোয়েন্সিতে সম্প্রচার করে। স্টেশনটি একটি অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অ্যান্টেনা ব্যবহার করে। অ্যান্টেনার দৈর্ঘ্য কত?) **[IUT'14-15]**

(a) 1.43m (b) 1.2m (c) 1.59m (d) 1.83m ⓒ

Sol^n: $\lambda = \frac{c}{v} = \frac{3\times10^8}{94.5\times10^6} = 3.174\ m$

$\therefore$ অ্যান্টেনার দৈর্ঘ্য $= \frac{\lambda}{2} = 1.59\ m$

13. শূন্যস্থানে আলোর বেগ নির্ণয়ের সূত্র কোনটি? **[BUTEX'13-14]**

(a) $c = \sqrt{\mu_o\varepsilon_o}$ (b) $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o\varepsilon_o}}$
(c) $c = \frac{1}{\mu_o\varepsilon_o}$ (d) $c = \mu_o\varepsilon_o$ ⓑ

14. Which of the following is not electromagnetic wave? (নিম্নের কোনটি তাড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ নয়?) **[IUT'10-11]**

(a) Radio wave (b) Ultrasonic wave
(c) Ultraviolet wave (d) Microwave ⓑ

15. তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সঠিক ক্রম কোনটি? **[BUET'23-24]**

(a) Micro > Radio > UV > γ
(b) γ > UV > Micro > Radio
(c) Radio > Micro > γ > UV
(d) Radio > Micro > UV > γ − ray ⓓ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. কোনো তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের তড়িৎক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান 1.5 MV/m হলে, সর্বোচ্চ চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত? **[BUTEX'24-25]**

Sol^n: আমরা জানি, $c = \frac{E_0}{B_0}$

$\Rightarrow B_0 = \frac{E}{c} = \frac{1.5\times10^{-3}}{3\times10^8}\ T$

$= 5 \times 10^{-12}\ T$ **(Ans.)**

Topic-02: ব্যতিচার

কনসেপ্ট রিভিউ

➤ **পথ পার্থক্য ও দশা পার্থক্যের সম্পর্ক:** $\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$ [ϕ = দশা পার্থক্য, Δx = পথ পার্থক্য]

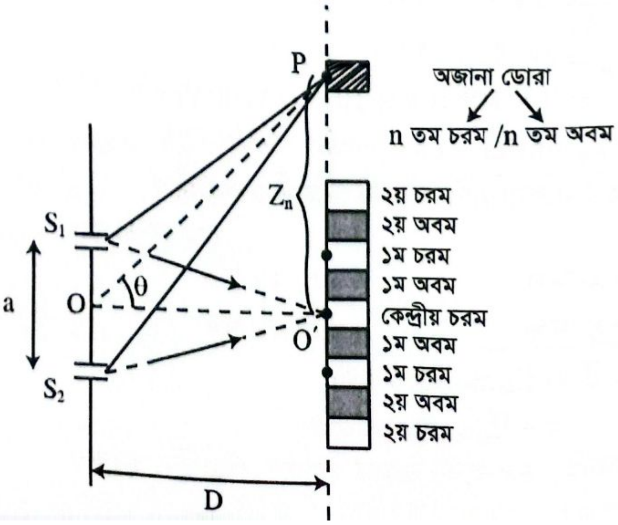
ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষা:

দুই চিড়ের মধ্যে দূরত্ব $= a$; **পর্দা ও চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব** $= D$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ; **ব্যতিচারে সৃষ্ট কোণ** θ

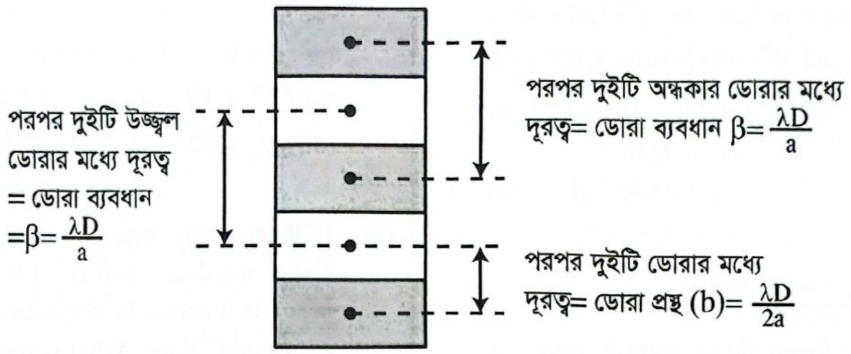
কেন্দ্রীয় চরম (O') **থেকে ডোরার** (P) **দূরত্ব,** $O'P = Z_n$ **পথ পার্থক্য,** $\Delta x = a\sin\theta$

$\Rightarrow \boxed{\sin\theta = \frac{\Delta x}{a}}$ [θ খুবই ক্ষুদ্র]

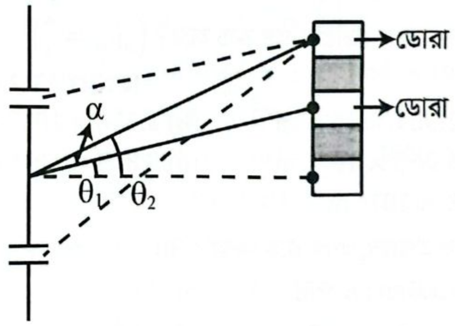


	P বিন্দুতে যেকোনো ডোরার জন্য	P বিন্দুতে n তম চরম ($\Delta x = n\lambda$) বিন্দুর জন্য	P বিন্দুতে n তম অবম বিন্দু $\left[\Delta x = (2n-1)\frac{\lambda}{2}\right]$এর জন্য
কেন্দ্রীয় চরম থেকে ডোরার দূরত্ব (Z_n)	$Z_n = \frac{\Delta x D}{a}$	$Z_n = \frac{n\lambda D}{a}$ $n = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{১ম চরম}}}{1,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{২য় চরম}}}{2,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{৩য় চরম}}}{3}\ \ldots.$	$Z_n = \frac{(2n-1)\frac{\lambda}{2}D}{a}$ $n = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{১ম অবম}}}{1,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{২য় অবম}}}{2,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{৩য় অবম}}}{3}\ \ldots.$
কৌণিক অবস্থান (θ_n)	$\theta_n = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta x}{a}\right)$	$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{n\lambda}{a}\right)$ $n = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{১ম চরম}}}{1,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{২য় চরম}}}{2,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{৩য় চরম}}}{3}\ \ldots.$	$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{(2n-1)\lambda}{2a}\right)$ $n = \underset{\substack{\downarrow\\ \text{১ম অবম}}}{1,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{২য় অবম}}}{2,}\ \underset{\substack{\downarrow\\ \text{৩য় অবম}}}{3}\ \ldots.$

ডোরা প্রস্থ ও ডোরা ব্যবধান:


পরপর দুইটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যে দূরত্ব = ডোরা ব্যবধান $=\beta=\frac{\lambda D}{a}$
পরপর দুইটি অন্ধকার ডোরার মধ্যে দূরত্ব= ডোরা ব্যবধান $\beta=\frac{\lambda D}{a}$
পরপর দুইটি ডোরার মধ্যে দূরত্ব= ডোরা প্রস্থ (b)= $\frac{\lambda D}{2a}$

- n সংখ্যক ডোরার ব্যবধান = $n\beta$
- পরপর n সংখ্যক ডোরার মধ্যবর্তী ব্যবধান বা দূরত্ব = $(n-1)\beta$
- সমগ্র সিস্টেমকে μ প্রতিসরণাঙ্কের মাধ্যমে নিমজ্জিত করলে নতুন তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda' = \frac{\lambda}{\mu}$
- কৌণিক ব্যবধান, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$
- কৌণিক প্রস্থ, α = পাশাপাশি দুইটি ডোরার কৌণিক ব্যবধান = $\frac{\lambda}{2a}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5800 Å এর আলো আপতিত হয়। চিড়দ্বয়ের দূরত্ব 0.5 mm এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব 1.5 m। যদি চিড় হতে পর্দাকে আরও 0.5 m দূরে সরানো হয়, তবে একই প্রস্থের ডোরা পেতে নতুন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? **[RUET'25-26]**

(a) 5350 Å   (b) 4350 Å
(c) 3500 Å   (d) 5800 Å   ⓑ

Sol^n: $\beta_1 = \beta_2$

$\Rightarrow \frac{\lambda_1 D_1}{a} = \frac{\lambda_2 D_2}{a}$

$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1 D_1}{D_2} = \frac{5800\times1.5}{0.5+1.5}$

$= 4350$ Å **(Ans.)**

02. দুটি সুসঙ্গত উৎসের সাহায্যে 400 nm ও 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি তরঙ্গের ব্যতিচার ঘটানো হলো। 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোর জন্য ডোরা প্রস্থ 1 mm হলে 400 nm আলোর জন্য ডোরা প্রস্থ কত হবে? **[BUET'24-25]**

(a) $\frac{3}{2}$ mm   (b) $\frac{2}{3}$ mm
(c) 1 mm   (d) $\frac{1}{2}$ mm   ⓑ

Sol^n: ডোরা প্রস্থ, $b = \frac{\lambda D}{2a}$

$\therefore b \propto \lambda$

$\Rightarrow \frac{b_1}{b_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{600}{400}$

$\Rightarrow b_2 = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ mm

03. ব্যতিচারে 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেললে 10th উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক দূরত্ব কত? [চিড়ের প্রস্থ= 3mm] **[BUET'24-25]**

(a) 0.1146° (b) 0.15°
(c) 0.121° (d) 0.205° ⓐ

Sol^n: $\sin\theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{10\times600\times10^{-9}}{3\times10^{-3}}$

$\therefore \theta = 0.1146°$

04. একটি আলোক উৎস দুইটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের $\lambda_1 = 4500$ Å এবং $\lambda_2 = 5500$ Å আলো নির্গত করে। আলোক উৎসটি একটি দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয়। উৎস এবং পর্দার মধ্যে দূরত্ব 1.25 m হলে, এবং দুটি স্লিটের মধ্যে দূরত্ব 0.025 mm। এই দুটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কারণে চতুর্থ ক্রম উজ্জ্বল প্রান্তের দূরত্ব নির্ণয় করো। **[KUET'24-25]**

(a) 0.002 m (b) 0.02 m
(c) 0.025 m (d) 1.25 m (e) 4.5 m ⓑ

Sol^n: $Z_n = \frac{n\Delta\lambda D}{a}$

$\therefore Z_4 = \frac{4\times(5500-4500)\times10^{-10}\times1.25}{0.025\times10^{-3}} = 0.02$ m

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm। পর্দা থেকে চিড় দুইটির দূরত্ব 1.5 m। বায়ু মাধ্যমে পরীক্ষায় উৎপন্ন কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে ৮ম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 6.5 mm। এ ব্যবস্থাটিকে পানির মধ্যে স্থাপন করলে ডোরার প্রস্থ কত হবে? $\left({}_a\mu_w = \frac{4}{3}\right)$ **[CKRUET'23-24]**

(a) 2.907×10^{-4} m (b) 3.056×10^{-4} m
(c) 4.068×10^{-4} m (d) 3.875×10^{-4} m
(e) 3×10^{-4} m ⓑ

Sol^n: এখানে, $a = 0.4 \times 10^{-3}$m

$D = 1.5$ m ; $n = 8$

$Z_n = 6.5 \times 10^{-3}$m ; ${}_a\mu_w = \frac{\lambda_a}{\lambda_w} = \frac{4}{3}$

$Z_n = \frac{n\lambda_a D}{a} \Rightarrow \lambda_a = \frac{aZ_n}{nD} = \frac{0.4\times10^{-3}\times6.5\times10^{-3}}{8\times1.5}$ m

$\therefore \lambda_a = 2.17 \times 10^{-7}$m

আবার, ডোরা প্রস্থ, $b \propto \lambda \left[\because b = \frac{\lambda D}{2a}\right] \therefore \frac{b_w}{b_a} = \frac{\lambda_w}{\lambda_a} = \frac{3}{4}$

$\Rightarrow b_w = \frac{3}{4}b_a = \frac{3}{4} \times \frac{\lambda_a D}{2a}$

$= \frac{3}{4} \times \frac{2.17\times10^{-7}\times1.5}{2\times0.4\times10^{-3}}$ m $= 3.05 \times 10^{-4}$ m

06. ইয়ং এর ব্যতিচারে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3890 Å, চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 mm এবং পরপর দুইটি ডোরার দূরত্ব 0.1 mm, পর্দা হতে চিড়ের দূরত্ব কত? **[BUET'21-22]**

(a) 0.257 m (b) 0.256 m (c) 0.258 m (d) None ⓐ

Sol^n: $\beta = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow D = \frac{0.1\times10^{-3}\times1\times10^{-3}}{3890\times10^{-10}} = 0.257$ m

07. Fraunhofer diffraction is observed on a screen placed at a distance of 0.8 m from two parallel slits separated by 0.1×10^{-3} m when the slits are illuminated by light of wavelength of 5.46×10^{-7}m. What is the distance of the 3rd bright fringe from the central bright fringe? (ফ্রনহফার অপবর্তন দেখা যায় যখন দুটি সমান্তরাল চিড়ের মধ্যে 0.1×10^{-3} m দূরত্ব এবং একটি পর্দা চিড় থেকে 0.8 m দূরত্বে স্থাপন করা হয়। চিড় দুটির উপর 5.46×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হয়। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে ৩য় উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব কত?) **[IUT'20-21]**

(a) 1.11×10^{-2} m (b) 1.21×10^{-2} m
(c) 1.31×10^{-2} m (d) 1.41×10^{-2}m ⓒ

Sol^n: $Z_3 = \frac{3\lambda D}{a} = \frac{3\times5.46\times10^{-7}\times0.8}{0.1\times10^{-3}}$ m

$= 1.31 \times 10^{-2}$ m

08. With two slits spaced d = 0.2mm apart, and a screen at a distance of D = 1.0 m, the third bright fringe is found to be displaced x = 7.5 mm from the central fringe. What is the wavelength, λ of the light used? (দুটি স্লিটের মধ্যে দূরত্ব d = 0.2mm এবং পর্দা স্লিট থেকে D = 1.0 m দূরত্বে স্থাপন করা হয়েছে। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে x = 7.5 mm দূরে তৃতীয় উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ কত?) **[IUT'17-18]**

(a) 500 Å (b) 500 nm
(c) 100 nm (d) 100Å ⓑ

Sol^n: $Z_n = \frac{n\lambda D}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{Z_n d}{nD} = \frac{7.5\times10^{-3}\times0.2\times10^{-3}}{3\times1}$

$= 500 \times 10^{-9}$m $= 500$ nm

09. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ হলে পথ পার্থক্য কত? **[BUTEX'16-17]**

(a) $\frac{\lambda}{4}$ (b) $\frac{\lambda}{2}$ (c) λ (d) 2λ ⓐ

Sol^n: $\frac{\text{পথ পার্থক্য}}{\text{দশা পার্থক্য}} = \frac{\lambda}{2\pi} \therefore$ পথ পার্থক্য $= \frac{\lambda}{4}$

10. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক হল 6.2×10^{14}Hz। পার্শ্ববর্তী দুটি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.72 mm। পর্দাটি যদি 1.6m দূরে থাকে তাহলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? **[KUET'16-17]**

(a) 0.49 mm (b) 0.514 mm
(c) 0.538 mm (d) 0.62 mm
(e) 0.54 mm ⓒ

Sol^n: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{6.2\times10^{14}}$

$= 4.84 \times 10^{-7}$m , $b = \frac{\lambda D}{2a}$

$\Rightarrow a = \frac{\lambda D}{2b} = \frac{4.84\times10^{-7}\times1.6}{2\times0.72\times10^{-3}} = 0.538$ mm

11. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক হল 6×10^{14}Hz। পার্শ্ববর্তী দুটি ডোরা কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.7mm। পর্দাটি যদি 1.4m দূরে থাকে তা হলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? **[BUET'21-22; CUET'15-16]**

(a) 0.95 mm (b) 0.91 mm

(c) 1.033 mm (d) 0.5 mm ⓓ

Sol^n: $b = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{\frac{cD}{f}}{2a} \Rightarrow a = 0.5 \text{ mm}$

12. একটি দ্বি-চিড় পরীক্ষণে 400nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর দৃশ্য ক্ষেত্রে 60 পট্টি দেখা যায়। 600 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর একই দৃশ্য ক্ষেত্রে পট্টি সংখ্যা কত হবে? **[BUET'06-07; BUTEX'15-16]**

(a) 40 (b) 90 (c) 60 (d) 50 ⓐ

Sol^n: $n \propto \frac{1}{\lambda} \therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$

$\Rightarrow n_2 = \frac{n_1\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{60\times400}{600} = 40$

13. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায়, চিড় দুইটির মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক এবং দ্বি-চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করলে ডোরার ব্যবধান হবে- **[BUET'13-14]**

(a) একই (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ ⓓ

Sol^n: $\beta \propto \frac{D}{a} \therefore \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\frac{D_1}{a_1}}{\frac{D_2}{a_2}} = \frac{1}{4} \therefore \beta_2 = 4\beta_1$

14. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.9mm। এ চির থেকে 1m দূরত্বে ডোরার ব্যবধান 0.31mm পাওয়া গেল। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। **[BUTEX'13-14, CUET'11-12, KUET'11-12, 10-11]**

(a) 5890 Å (b) 5900 Å (c) 5900×10^{-8} m

(d) 2 m (e) 5800 Å ⓐ

Sol^n: $\beta = \frac{\lambda D}{a}$

$\therefore \lambda = \frac{\beta a}{D} = \frac{0.31\times10^{-3}\times1.9\times10^{-3}}{1} \text{m} = 5890\text{Å}$

15. 4000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুইটি একই বর্ণের আলোক তরঙ্গের মধ্যে পথ পার্থক্য 2×10^{-7}m হলে, তাদের মধ্যে দশা পার্থক্য হবে- **[BUET'13-14]**

(a) π (b) 2π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) $\frac{\pi}{2}$ ⓐ

Sol^n: $\phi = \frac{2\pi}{4\times10^{-7}} \times 2 \times 10^{-7} = \pi$

16. ইয়ং এর পরীক্ষায় একটি নয়, দুইটি চিড় থাকার কারণ হল- **[BUET'12-13]**

(a) তীব্রতা বাড়ানো

(b) একটি চিড় কম্পাঙ্কের জন্য এবং অপরটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য

(c) পথের দূরত্বের পার্থক্য সৃষ্টির জন্য

(d) একটি চিড় $\vec{E}$ ক্ষেত্রের জন্য এবং অপরটি $\vec{B}$ ক্ষেত্রের জন্য ⓒ

17. গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্ত- **[BUTEX'12-13]**

(a) $x = \frac{n}{2\lambda}$ (b) $x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

(c) $x = 2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ (d) $x = \frac{2n}{3\lambda}$ ⓒ

Sol^n: গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য, $x = 2n\left(\frac{\lambda}{2}\right)$;

ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের জন্য, $x = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

18. দুটি সুসংহত একবর্ণী তরঙ্গ একটি বিন্দুতে আপতিত হলে নিচের কোন বক্তব্যটি এদের জন্য সত্য? **[BUET'11-12]**

(a) এদের দশা একই

(b) এদের আলোক-দূরত্ব একই

(c) এদের বিস্তার প্রায় একই রকম

(d) এদের দশার পার্থক্য অপরিবর্তনশীল ⓓ

19. 5600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক বর্ণ রশ্মির দুইটি সুসংগত উৎস 1m দূরে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি করে। পরপর দুইটি উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব 0.2mm। দুইটি সুসংগত উৎসের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। **[CUET'11-12]**

(a) 2.8mm (b) 1.21×10^{-7}m

(c) 1.4mm (d) None of these ⓐ

Sol^n: $a = \frac{\lambda D}{\beta} = \frac{5.6\times10^{-7}\times1}{0.2\times10^{-3}}$

$= 2.8 \times 10^{-3}$m

$= 2.8\text{mm} \left[\because x = \frac{\lambda D}{a}\right]$

20. How much phase difference is created when an electromagnetic wave of frequency 1000 MHz travels a distance of 10 cm? (একটি 1000 MHz ফ্রিকোয়েন্সির তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ যদি 10 cm দূরত্ব অতিক্রম করে, তবে দশা পার্থক্য কত হবে?) **[IUT'11-12]**

(a) 125° (b) 120° (c) 130° (d) 100° ⓑ

Sol^n: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{1000\times10^6} = 0.3\text{m}$

$\therefore \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta x = \frac{2\pi}{0.3} \times 0.1 = \frac{2\pi^c}{3} = 120°$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক হল 6×10^{14} Hz। পার্শ্ববর্তী দুটি উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75 mm। পর্দাটি যদি 1.55 m দূরে থাকে তাহলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? **[MIST'24-25]**

Sol^n: এখানে, $f = 6 \times 10^{14}$ Hz

পর্দার দূরত্ব, $D = 1.55$ m

ডোরা ব্যবধান, $\beta = 0.75 \text{ mm} = 0.75 \times 10^{-3}$

চিড় দুটির দূরত্ব, $a = ?$

আমরা জানি, $c = f\lambda$

$\Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{6\times10^{14}}$

$\therefore \lambda = 5 \times 10^{-7}$ m

আবার, $\beta = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow a = \frac{5\times10^{-7}\times1.55}{0.75\times10^{-3}}$

$= 1.033 \times 10^{-3}$ m **(Ans.)**

02. ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় এ 6500Å ও 5200Å এর আলো ব্যবহার করলে সর্বনিম্ন কত দূরত্বে উজ্জ্বল পট্টি সমাপতিত হবে? [যখন স্লিট প্রস্থ 2mm ও পর্দার দূরত্ব 1.2m]

[BUET'23-24, 16-17]

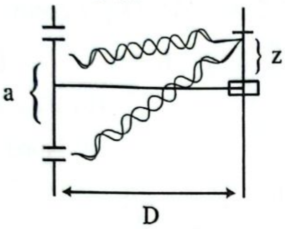
Sol

Solⁿ: $Z = \frac{n_1\lambda_1 D}{a}$

$Z = \frac{n_2\lambda_2 D}{a} \therefore n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{6500}{5200} = \frac{5}{4}$

$\therefore n_1 = 4,\ n_2 = 5$

$\therefore Z = \frac{n_1\lambda_1 D}{a} = \frac{4\times6500\times10^{-10}\times1.2}{2\times10^{-3}} = 1.56$ mm **(Ans.)**



03. ইয়ং এর ব্যতিচারের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 4.69×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের লাল আলো ব্যবহারের ফলে ডোরার প্রস্থ 2.4×10^{-4}m হয়। যদি 7.5×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের নীল আলো ব্যবহার করা হয় তাহলে ডোরার প্রস্থের পরিবর্তন কত হবে? **[MIST'23-24; BUET'16-17]**

Solⁿ: লাল আলোর জন্য ডোরার প্রস্থ, $b_r = \frac{\lambda_r D}{2a}$

নীল লাল আলোর জন্য ডোরা প্রস্থ, $b_b = \frac{\lambda_b D}{2a}$

$\therefore \frac{b_b}{b_r} = \frac{\lambda_b}{\lambda_r} \Rightarrow b_b = \frac{\lambda_b}{\lambda_r} \times b_r$

$\Rightarrow b_b = \frac{f_r}{f_b} \times b_r = \frac{4.69\times10^{14}}{7.5\times10^{14}} \times 2.4 \times 10^{-4}$

$= 1.5 \times 10^{-4}$ m

$\therefore$ ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন $= b_r - b_b = 9 \times 10^{-5}$m;

অর্থাৎ, ডোরার প্রস্থ 9×10^{-5} m কমে যাবে। **(Ans.)**

04. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 5000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো প্রয়োগ করা হলো। চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1 mm এবং চিড়গুলো থেকে পর্দার দূরত্ব 2 m। **[BUET'21-22]**

(i) কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব কত?

(ii) দশম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক অবস্থান বের কর।

Solⁿ: (i) দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব,

$Z_{10} = \frac{n\lambda D}{a} = \frac{10\times2\times5000\times10^{-10}}{0.1\times10^{-3}} = 0.1$ m **(Ans.)**

(ii) দশম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক ব্যবধান θ হলে,

$a \sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{n\lambda}{a}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{10\times5000\times10^{-10}}{0.1\times10^{-3}}\right)$

$= 2.87°$ (প্রায়) **(Ans.)**

05. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় হলুদ বর্ণের ($\lambda = 5.89 \times 10^{-5}$cm) আলো ব্যবহার করলে পর্দায় 0.1 cm প্রস্থের পট্টি পাওয়া যায়। আবার অজানা বর্ণের ভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি আলো ব্যবহার করলে পর্দায় 0.08 cm প্রস্থের পট্টি পাওয়া যায়। অজানা আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? **[BUTEX'21-22]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\lambda_1 = 5.89 \times 10^{-5}$ cm,

$b_1 = 0.1$ cm, $b_2 = 0.08$ cm, $\lambda_2 = ?$

$\Delta x_1 = \frac{D\lambda_1}{2a}$ ……… (i), $b_2 = \frac{D\lambda_2}{2a}$ ……… (ii)

এখন, (i) ÷ (ii) $\Rightarrow \frac{b_1}{b_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{b_2}{b_1} \times \lambda_1 = \frac{0.08}{0.1} \times 5.89 \times 10^{-5}$ cm

$= 4.712 \times 10^{-5}$cm **(Ans.)**

06. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায়, দ্বি-চিড়কে এক-চিড় থেকে 5 cm দূরে রাখা হল। 5100Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ আলো এক-চিড় থেকে এসে দ্বি-চিড়ে আপতিত হল। এক-চিড় থেকে 205 cm দূরে রাখা পর্দায় 10 টি ডোরার ব্যবধান 2 cm হলে, দ্বি-চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব বের কর। **[BUET'18-19]**

Solⁿ: একটি ডোরার ব্যবধান, $\beta = \frac{0.02}{10} = 0.002$ m;

$\beta = \frac{\lambda D}{a}$ [$D = 205 - 5 = 200$ cm $= 2$ m]

$\therefore a = \frac{\lambda D}{\beta} = \frac{5100\times10^{-10}\times2}{0.002} = 5.1 \times 10^{-4}$ **(Ans.)**

07. ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.18 mm। চিড়গুলো থেকে 90 cm দূরে পর্দায় কোনো একটি একবর্ণী আলোর সাহায্যে ডোরা সৃষ্টি করা হলে, যদি 3rd উজ্জ্বল ডোরাটি কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে 8.1 mm দূরত্বে অবস্থিত হয়, তাহলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। **[BUET'17-18; CUET'05-06]**

Solⁿ: দেওয়া আছে,

$a = 0.18$ mm $= 0.18 \times 10^{-3}$m $= 1.8 \times 10^{-4}$m

$D = 90$ cm $= 0.9$ m, $n = 3$

$Z_n = 8.1$ mm $= 8.1 \times 10^{-3}$ m, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $Z_n = \frac{nD\lambda}{a}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{Z_n a}{nD} = \frac{8.1\times10^{-3}\times1.8\times10^{-4}}{3\times0.9}$

$= 5.4 \times 10^{-7}$m $= 540$ nm **(Ans.)**

দিয়ে আলোকিত একটি দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দূরে স্থাপিত পর্দার ডোরা পাওয়া যায়। যদি দিকে 5×10^{-2} m সরানো হয় তাহলে পরিবর্তন হয় 3×10^{-5} m. যদি চির দুটোর $^{-3}$ m হয় তবে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য **[BUET'14-15]**

ধান β হলে, $\beta = \frac{\lambda D}{a}$

$\frac{10^{-5})\times10^{-3}}{5\times10^{-2}} = 6 \times 10^{-7}\text{m}$ **(Ans.)**

র্ঘ্যের সবুজ আলো একটি সূক্ষ্ম চিড় হতে ইয়ং পতিত হচ্ছে। 200cm দূরে পর্দার উপর 10টি চিড়ের দূরত্ব নির্ণয় কর। **[KUET'03-04]**

Solⁿ: আমরা জানি, $\Delta Z_n = \frac{n\lambda D}{a}$

$\therefore a = \frac{n\lambda D}{Z_n} = \frac{10\times5200\times10^{-10}\times2}{0.04}$

$= 2.6 \times 10^{-4}\text{m}$ **(Ans.)**

10. একটি দুই স্লিট পরীক্ষায় প্রথম সর্বনিম্নের কৌণিক অবস্থান 0.20°। স্লিট দুটির মধ্যকার দূরত্ব নির্ণয় কর। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য = 5700Å **[BUET'02-03]**

Solⁿ: আমরা জানি, অন্ধকার বা সর্বনিম্নের জন্য ১ম অবমের জন্য, n = 1

$$a\sin\theta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow a = \frac{\lambda}{2\sin\theta} = \frac{5700\times10^{-10}}{2\times\sin(0.20^{\circ})}$$

$$= 8.16 \times 10^{-5}\text{m } \textbf{(Ans.)}$$

Topic-03: অপবর্তন

ন্ড

একক চিড়	বহুচিড়/গ্রেটিং/ঝাঝরি
$= (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ $= n\lambda$.	d = গ্রেটিং ধ্রুবক $= \underset{\text{চিড়ের প্রস্থ}}{\underset{\downarrow}{a}} + \underset{\text{রেখা দাগের প্রস্থ}}{\underset{\downarrow}{b}} = \underset{\text{একক দৈর্ঘ্যে রেখা/ দাগ সংখ্যা}}{\underset{\downarrow}{\frac{1}{N}}}$ চরমের শর্ত: $d\sin\theta = n\lambda$ $n = \underset{\text{১ম}}{\underset{\downarrow}{1}}, \underset{\text{২য়}}{\underset{\downarrow}{2}}, \underset{\text{৩য়}}{\underset{\downarrow}{3}} \ldots\ldots\ldots$ অবমের শর্ত: $d\sin\theta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$ $n = \underset{\text{১ম}}{\underset{\downarrow}{1}}, \underset{\text{২য়}}{\underset{\downarrow}{2}}, \underset{\text{৩য়}}{\underset{\downarrow}{3}} \ldots\ldots\ldots$

ত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

তর দিয়ে 5000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো য ও ৩য় চরমের জন্য অপবর্তন কোণের (অপবর্তন গ্রেটিংয়ের প্রতি সেন্টিমিটারে াছে।) **[CUET'25-26]**

(b) 64.16°

(d) 51°

ⓒ

এ রেখাসংখ্যা 6000 টি

সংখ্যা $6000 \times 10^2 = 6 \times 10^5$ টি

$\therefore$ গ্রেটিং ধ্রুবক, $d = \frac{1}{N} = \frac{1}{6\times10^5}\text{m}$

$$\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{5000\times10^{-10}}{\frac{1}{6\times10^5}}\right) = 17.46^{\circ}$$

$$\theta_3 = \sin^{-1}\left(\frac{3\lambda}{d}\right) = 64.16^{\circ}$$

$\therefore$ কোণের পার্থক্য $= \theta_3 - \theta_1 = 46.7^{\circ}$

02. 6250 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো যদি কোনো ঝাঁঝরি পৃষ্ঠে পড়ে এবং ঝাঁঝরি পৃষ্ঠের রেখার সংখ্যা প্রতি ইঞ্চিতে 10160 হলে, সর্বোচ্চ কত ক্রম দৃশ্যমান হবে? **[KUET'24-25]**

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

(e) 5

ⓓ

Solⁿ: $d\sin\theta = n\lambda \Rightarrow \frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$

$$\therefore n = \frac{1}{N\lambda} = \frac{1}{\frac{10160}{2.54\times10^{-2}}\times6250\times10^{-10}} \;[\because \sin\theta = 1]$$

$$= 4$$

03. কোন চিড়ের প্রস্থ 4×10^{-4} cm। 5896Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলো দিয়ে একে আলোকিত করলে কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পার্শ্বে প্রথমক্রম অবমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব নির্ণয় কর। [KUET'17-18]

(a) 17.26° (b) 18° (c) 16.95°
(d) 8.44° (e) 10° ⓒ

Solⁿ: $\sin\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{5.896\times10^{-7}}{4\times10^{-6}};\ \theta = 8.48^\circ$

$\therefore 2\theta = 16.95^\circ$

04. 5800Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ও 0.23mm বেধবিশিষ্ট সিস্টেমে ২য় উজ্জ্বল পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ কত? [BUET'23-24]

(a) 0.90° (b) 0.14° (c) 0.36° (d) 0.72° ⓒ

Solⁿ: $\sin\theta = \left(\frac{2n+1}{a}\right)\frac{\lambda}{2}$

$= \left(\frac{2\times2+1}{2.3\times10^{-4}}\right) \times \frac{5800\times10^{-10}}{2} = 6.3 \times 10^{-3}$

$\therefore \theta = \sin^{-1}(6.3 \times 10^{-3}) = 0.36^\circ$

05. কোনো অপবর্তন গ্রেটিং এর প্রতি ইঞ্চিতে 15000 রেখা আছে। এর ভিতর দিয়ে 5500 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো অতিক্রম করলে প্রথম এবং তৃতীয় চরমের অপবর্তন কোণের পার্থক্য নির্ণয় করো। [CKRUET'23-24]

(a) 77° (b) 21.5° (c) 40.5° (d) 58°
(e) 19° ⓓ

Solⁿ: $N = \frac{15,000}{1\text{ inch}} = \frac{15000}{0.0254\text{m}} = 590551.1811\ \text{m}^{-1}$

$\lambda = 5500 \times 10^{-10}$ m [1 inch = 2.54 cm]

$\frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda \therefore \Delta\theta = \theta_3 - \theta_1$

$= \sin^{-1}(3N\lambda) - \sin^{-1}(N\lambda) = 58.056^\circ$

06. In a single slit diffraction experiment, a slit of width ‘d’ is illuminated by red light of wavelength 650 nm. For what value of ‘d’ will the first maximum fall at an angle of diffraction of 30°? (একটি একক চিড় অপবর্তনের পরীক্ষায় ‘d’ প্রস্থবিশিষ্ট চিড়কে 650 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লাল আলো দ্বারা আলোকিত করা হয়। প্রথম উজ্জ্বল যদি 30° কোণে পড়ে, তবে ‘d’-এর মান কত হবে?) [IUT'23-24]

(a) 1.39 nm (b) 1.75 μm
(c) 1.95 μm (d) 1.69 μm ⓒ

Solⁿ: $d\sin\theta = (2n+1) \times \frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow d = (2n+1) \times \frac{\lambda}{2\sin\theta}$

$\Rightarrow d = (2+1) \times \frac{6.5\times10^{-7}}{2\times\sin 30^\circ}$

$\therefore d = 1.95\ \mu\text{m}$

07. একক চিড়ের জন্য, ১ম অন্ধকার ডোরার কৌণিক দূরত্ব কত? [তরঙ্গদৈর্ঘ্য = 5600Å এবং চিড়ের প্রস্থ 5mm] [BUET'22-23]

(a) $4.417 \times 10^{-3^\circ}$ (b) $5.417 \times 10^{-3^\circ}$
(c) $6.417 \times 10^{-3^\circ}$ (d) $7.417 \times 10^{-3^\circ}$ ⓒ

Solⁿ: ১ম অন্ধকার ডোরার জন্য, $a\sin\theta = \lambda$

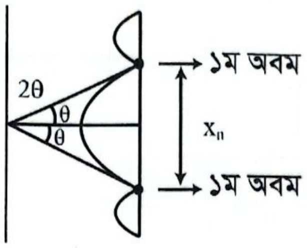
$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{a}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{5.6\times10^{-7}}{5\times10^{-3}}\right)$

$= 6.417 \times 10^{-3^\circ}$

08. কোনো চিড়ের প্রস্থ 4×10^{-4} cm. যে আলো দিয়ে একে আলোকিত করা হচ্ছে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5896 Å। কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পার্শ্বে প্রথমক্রম অবমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব নির্ণয় কর। [CKRUET'22-23]

(a) 11.48° (b) 17°15.6′
(c) 16°57′ (d) 8.63°
(e) 17.2° ⓒ

Solⁿ:



$\sin\theta = \frac{n\lambda}{a}$

$\therefore \theta = \sin^{-1}\left(\frac{n\lambda}{a}\right) = \sin^{-1}\frac{1\times5.896\times10^{-7}\text{ m}}{4\times10^{-6}\text{m}}$

$= 8.476 = 8^\circ28'$

$\therefore 2\theta = 16.952 = 16^\circ57'$

09. একটি সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং এ লম্বভাবে আলো আপতিত হচ্ছে। এতে সবুজ আলোর (λ = 5400 Å) যেকোনো একটি ক্রম, বেগুনি আলোর (λ = 4050 Å) পরবর্তী উচ্চক্রমের উপরে পর্দায় উপরিপাতিত হচ্ছে। যদি অপবর্তন কোণ 30° হয়, তাহলে গ্রেটিং এ প্রতি cm এ রেখার সংখ্যা কত হবে? [CKRUET'22-23]

(a) 3086 lines/cm (b) 308600 lines/cm
(c) 324×10^6 lines/cm (d) 432×10^6 lines/cm
(e) 2314 lines/cm ⓐ

Solⁿ: যেহেতু অপবর্তন কোণ θ এবং গ্রেটিং ধ্রুবক সমান তাই উভয় আলোর ক্ষেত্রে,

$d\sin\theta = n\lambda_{\text{বড়}} = (n+1)\lambda_{\text{ছোট}}$

$\Rightarrow n\lambda_{\text{বড়}} = (n+1)\lambda_{\text{ছোট}}$

$\Rightarrow n \times 5400 = (n+1) \times 4050$

$\Rightarrow n(5400 - 4050) = 4050 \therefore n = 3$

এখন, $d\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow d = \frac{3\times54\times10^{-6}}{\sin 30^\circ} = 3.24 \times 10^{-4}$ cm

$\therefore N = \frac{1}{d} = 3086$ lines/cm

10. কোন অপবর্তন গ্রেটিং-এ প্রতি সেন্টিমিটারে 6000 রেখা রয়েছে। এর ভিতর দিয়ে 5896Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য আলো ফেলা হলে দ্বিতীয় চরমের জন্য অপবর্তন কোণ বের কর। **[CKRUET'21-22; KUET'14-15, 12-13; IUT'14-15; RUET'17-18]**

(a) 47.5° (b) 61.96°
(c) 28.04° (d) 41.43°
(e) 58.96°

Sol^n: (সঠিক উত্তর নেই); $d \sin\theta = 2\lambda$

$\Rightarrow \frac{1}{N}\sin\theta = 2\lambda$

$\Rightarrow \sin\theta = 2N\lambda$

$= 2 \times 6000 \times 10^2 \times 5896 \times 10^{-10}$

$= 0.70752$

$\therefore \theta = 45.03349°$

তবে (a) 47.5° সবচেয়ে কাছাকাছি উত্তর।

11. The third spectral line is produced by a plane diffraction grating subtends an angle of diffraction of 30°. If there are 3000×10^2 lines per meter length, find the wavelength of light. (একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিং দ্বারা উৎপন্ন তৃতীয় বর্ণালি 30° কোণে অবস্থান করে। যদি প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 3000×10^2 টি রেখা থাকে, তাহলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?) **[IUT'21-22; KUET'10-11]**

(a) 5556 Å (b) 6556 Å
(c) 6655 Å (d) 7557 Å ⓐ

Sol^n: $\frac{1}{N}\sin\theta = 3\lambda$

$\Rightarrow \frac{1}{3\times10^5}\sin 30° = 3\lambda \Rightarrow \lambda = 5556A°$

12. একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুণ অপবর্তন পরীক্ষায় 5896Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। প্রথম অবমের জন্য অপবর্তন কোণ কত হবে? চিড়ের বেধ 0.18mm। **[BUET'22-23' KUET'18-19]**

(a) 0.17° (b) 11′16″
(c) 0.15° (d) 13′20″
(e) 9′17″ ⓑ

Sol^n: $a\sin\theta = n\lambda \therefore \theta = 11'16''$

13. গ্রেটিং এর ভিতর দিয়ে 5000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেলা হলে ১ম ও ৩য় চরমের জন্য অপবর্তন কোণের পার্থক্য কত? [অপবর্তন গ্রেটিংয়ের প্রতি সেন্টিমিটারে 6000 রেখা আছে।] **[KUET'15-16]**

(a) 17.46° (b) 64.16° (c) 46.7° (d) 51°
(e) 63°58′ ⓒ

Sol^n: $d\sin\theta = n\lambda \Rightarrow \frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow \sin\theta = Nn\lambda \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(Nn\lambda)$

$\therefore \theta_1 = \sin^{-1}(N \times 1 \times \lambda) = 17.458°$

$\therefore \theta_3 = \sin^{-1}(N \times 3 \times \lambda) = 64.158°$

$\therefore$ পার্থক্য $= \theta_3 - \theta_1 = 46.7°$

14. একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের অপবর্তন পরীক্ষার 6000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হল। চিড়টির বেধ 12×10^{-5}cm হলে কেন্দ্রীয় চরম উজ্জ্বল পট্টির অর্ধকৌণিক বিস্তার বের কর। **[CUET'10-11]**

(a) 30° (b) 60°
(c) 15° (d) None of these ⓐ

Sol^n: $a\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow 12 \times 10^{-5} \times 10^{-2} \times \sin\theta = 1 \times 6000 \times 10^{-10}$

$\Rightarrow \sin\theta = \frac{1}{2} \therefore \theta = 30°$

15. A slit is illuminated by a light of wavelength of 650 nm. The first minimum is obtained at $\theta = 30°$. The width of the slit is- (একটি চিড় 650 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দ্বারা আলোকিত করা হয়েছে। প্রথম অবম পাওয়া যায় যখন অপবর্তনের কোণ $\theta = 30°$। চিড়টির প্রস্থ কত?) **[IUT'10-11]**

(a) 320 nm (b) 1.3 micron
(c) 6.5×10^{-4} mm (d) 2.6×10^{-4} cm ⓑ

Sol^n: $a\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow a = \frac{650\times10^{-9}}{\sin30°} = 1.3 \times 10^{-6}$ m $= 1.3$ micron

[1micron = 1micro meter]

16. সমান্তরাল তরঙ্গ মুখ একটি বাধার সরু ছিদ্রে আপতিত হলে অপবর্তন হয়। তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং ছিদ্রের কোন সমন্বয়ের জন্য অপবর্তন সর্বাপেক্ষা বেশি হবে? **[BUET'10-11]**

(a) বড় তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং সরু ছিদ্র
(b) ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং সরু ছিদ্র
(c) ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং প্রশস্ত ছিদ্র
(d) বড় তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং প্রশস্ত ছিদ্র ⓐ

Sol^n: কেন্দ্রীয় চরম হতে যেকোনো জোড়ার দূরত্ব $= \frac{n\lambda D}{a} \therefore \lambda$ যত বড় হবে, a যত ছোট হবে, অপবর্তন তত বেশি হবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি অপবর্তন গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে দাগ সংখ্যা 600 টি। একটি নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য ৩য় ক্রমের অপবর্তন কোণ 35° পাওয়া যায়। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। অপবর্তন কোণ 25° করতে হলে প্রতি মিলিমিটারে দাগের সংখ্যা কত হতে হবে? **[BUET'25-26]**

Sol^n: $d\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow \frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda \Rightarrow \frac{1}{600\times10^2}\sin 35^\circ = 3\lambda$

$\therefore \lambda = 3.1865\times10^{-6}\text{m}$

আবার, অপবর্তন কোণ 25° হলে,

$N = \frac{\sin\theta'}{n\lambda} = \frac{\sin 25^\circ}{3\times3.1865\times10^{-6}}$

$= 44209\ \text{m}^{-1} = 44.209\ \text{mm}^{-1}$ **(Ans.)**

02. 6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি আলো ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের মাধ্যমে অপবর্তন করা হলো। পর্দার দূরত্ব 1.5 m এবং কেন্দ্রীয় চরম থেকে ১ম অবম 0.5 mm হয় তাহলে চিড়ের প্রস্থ কত? **[BUET'24-25]**

Sol^n: $D = 1.5\text{m}; y = 0.5\times10^{-3}\ \text{m}$

আমরা জানি, $y = \frac{n\lambda D}{a}$

$\Rightarrow a = \frac{n\lambda D}{y} = \frac{1\times6\times10^{-7}\times1.5}{0.5\times10^{-3}} = 1.8\times10^{-3}$ **(Ans.)**

03. 555 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে একটি বালক বললো যে, অপবর্তনে 9টি চরম বিন্দু পাওয়া যাবে। যদি চিড়ের প্রস্থ 2μm হয় তার কথার সত্যতা যাচাই কর। **[CUET'24-25]**

Sol^n: $d\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow \frac{\frac{2d}{\lambda}-1}{2} = n\ [\because \sin\theta = 1]$

$\Rightarrow n = \frac{\frac{2\times2\times10^{-6}}{555\times10^{-9}}-1}{2} \Rightarrow n = 3.103$

$\therefore n = 3$

$\therefore$ মোট চরমবিন্দু $= 2n+1 = 7$

সুতরাং, বালকের কথা সত্য নয়।

04. 590 nm ও 596 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি সোডিয়াম আলোকে 2×10^{-4} m আকৃতির একটি একক চিড়ের মধ্যে পর্যায়ক্রমে প্রবেশ করিয়ে অপবর্তন পর্যবেক্ষণ করা হলো। চিড় ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.5 m। তরঙ্গদৈর্ঘ্যদ্বয়ের ক্ষেত্রে প্রাপ্ত অপবর্তন সজ্জার প্রথম চরম বিন্দু দুটির অবস্থানের পার্থক্য বের করো। **[BUET'22-23]**

Sol^n: প্রথম চরমের অবস্থানের পার্থক্য,

$\Delta y = \frac{3\Delta\lambda D}{2a} \Rightarrow \Delta y = \frac{3}{2}\times(596-590)\times10^{-9}\times\frac{1.5}{2\times10^{-4}}$

$= 6.75\times10^{-5}$ m **(Ans.)**

05. একটি সরু স্লিট থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি পর্দা স্থাপন করা আছে। স্লিটটিকে সবুজ আলো (λ = 500 nm) দ্বারা আলোকিত করা হলে প্রথম ক্রমের অপবর্তন কোণ হয় 30°। অপবর্তন স্লিটটির প্রস্থ নির্ণয় কর। **[BUTEX'22-23, 05-06]**

Sol^n: এখানে, $n = 1$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 500\times10^{-9}\text{m}$

কোণ, $\theta = 30^\circ$

ধরি, স্লিটের প্রস্থ $= a$

$\therefore a\sin\theta = n\lambda$

$\therefore a = \frac{n\lambda}{\sin\theta} = \frac{1\times500\times10^{-9}}{\sin 30^\circ} = 1\times10^{-6}$ m **(Ans.)**

06. একটি অপবর্তন গ্রেটিং এর প্রতি সেন্টিমিটারে 6000 রেখা আছে, যাহার মাধ্যমে সোডিয়াম আলোর দ্বিতীয় চরমের বর্ণালী পাওয়া যায়। 2 টি সোডিয়াম আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5890Å এবং 5896Å হলে এদের মধ্যে কৌণিক দূরত্ব কত? **[KUET'19-20]**

Sol^n: $N = 6000\text{cm}^{-1}, n = 2, \lambda_1 = 5890\text{Å}$

চরমের জন্য $\frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(nN\lambda)$

λ_1 এর জন্য, $\theta_1 = \sin^{-1}(2\times6000\times5890\times10^{-8})$

$= 44.975^\circ$

λ_2 এর জন্য, $\theta_2 = \sin^{-1}(2\times6000\times5896\times10^{-8})$

$= 45.033^\circ$

$\therefore$ কৌণিক দূরত্ব $= \theta_2 - \theta_1 = 45.033^\circ - 44.975^\circ$

$= 0.058^\circ$ **(Ans.)**

07. নীল LED হতে নিঃসৃত আলো একটি অপবর্তন গ্রেটিং এর উপর লম্বভাবে আপতিত হয়। এই অপবর্তন গ্রেটিং এ 25.4 mm প্রস্থে সমব্যবধানে 1.26×10^4 টি রেখা টানা আছে। কেন্দ্রীয় অক্ষ হতে কত ডিগ্রী কোণে দ্বিতীয় চরম (second-order maxima) উৎপন্ন হবে? [নীল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 450\times10^{-9}$ m] **[BUET'14-15]**

Sol^n: প্রতিটি রেখার প্রস্থ

$= \frac{25.4\times10^{-3}}{1.26\times10^4}\text{m} = 2.01587\times10^{-6}\text{m}$

$\therefore d\sin\theta = n\lambda \Rightarrow 2.01587\times10^{-6}\times\sin\theta$

$= 2\times450\times10^{-9} \therefore \alpha = 26.51^\circ$ **(Ans.)**

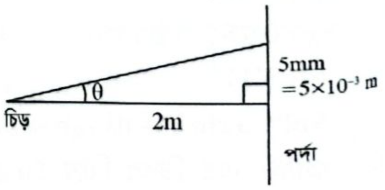
08. একটি সরু রেখাছিদ্র দ্বারা ফ্রনহফার অপবর্তন সৃষ্টির জন্য লেন্স হতে 2m দূরে পর্দা রাখা হলো। রেখা ছিদ্রের প্রস্থ 0.2 mm হলে দেখা যায় যে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল বিন্দুর উভয় পার্শ্বে 5 mm দূরত্বে অবম বিন্দু গঠিত হয়। আপতিত আলোর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[BUET'03-04]**

Sol^n: এখানে,

$a = 0.2\text{mm}$

$= 2\times10^{-4}\text{m}$

$n = 1$



$\tan\theta = \frac{5\times10^{-3}}{2}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{400}\right), \lambda = ?$

আমরা জানি, $a\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow 2\times10^{-4}\text{m}\times\sin\left(\tan^{-1}\frac{1}{400}\right) = 1\times\lambda$

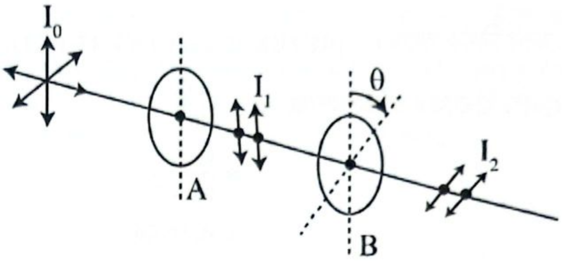
$\Rightarrow \lambda = 4.99998\times10^{-7}\text{m}$ **(Ans.)**

Topic-04: সমবর্তন

কনসেপ্ট রিভিউ

- **ম্যালাসের সূত্র:** একটি পোলারয়েড কেলাস A এর উপর I_0 তীব্রতার অসমবর্তিত আলো আপতিত হচ্ছে এবং অপর পাশ থেকে I_1 তীব্রতার সমবর্তিত আলো নির্গত হচ্ছে। এই সমবর্তিত আলো আরেকটি পোলারয়েড কেলাস B এর উপর আপতিত হলো। ফলে B এর অন্যপাশ থেকে I_2 তীব্রতার সমবর্তিত আলো নির্গত হচ্ছে। A এবং B এর সরলাক্ষের মধ্যবর্তী কোণ θ।

  তাহলে $I_1 = \frac{I_0}{2}, I_2 = I_1 \cos^2\theta$



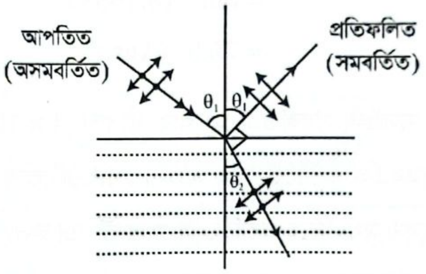
- **ব্রুস্টারের সূত্র:**

  কোনো প্রতিসারক পৃষ্ঠে আলোর আপতন কোণ বাড়াতে থাকলে একসময় প্রতিসরিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মির মধ্যবর্তী কোণ 90° হয় এবং প্রতিফলিত আলো সমবর্তিত হয়। আপতন কোণ θ_1 হলে,

$$_{\text{হালকা}}\mu_{\text{ঘন}} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

$$= \frac{\sin\theta_1}{\sin(90^\circ - \theta_1)} \quad [\because \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ]$$

$$\therefore\ _{\text{হালকা}}\mu_{\text{ঘন}} = \tan\theta_1$$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন তরঙ্গকে সমবর্তিত করা যায় না?

[BUET'23-24; BUTEX'14-15, 11-12]

(a) তাপ (b) আলোক তরঙ্গ

(c) পানি তরঙ্গ (d) শব্দ তরঙ্গ ⓓ

Solⁿ: শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ হওয়াতে একে সমবর্তিত করা যায় না। শুধু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গকে সমবর্তিত করা যায়।

02. A light beam is incident from air on a reflecting surface so that the reflected ray is found to be completely polarized when the angle of incidence is 48°. If some of the incident light (at an angle of 48°) passes into the material below the surface, what is the angle of refraction? (একটি আলোক রশ্মি বায়ু থেকে একটি প্রতিফলিত পৃষ্ঠে আপতিত হয়, এবং দেখা যায় যে, আপতন কোণ 48° হলে প্রতিফলিত রশ্মিটি সম্পূর্ণভাবে সমবর্তিত হয়ে যায়। যদি কিছু আলো (48° কোণে আপতিত) পৃষ্ঠের নিচের বস্তুতে প্রবেশ করে, তাহলে প্রতিসরণ কোণ কত হবে?)

[IUT'21-22]

(a) 39° (b) 42° (c) 43° (d) 38° ⓑ

Solⁿ: $r = (90^\circ - 48^\circ) = 42^\circ$

03. নিচের কোন ঘটনা হাইগেনসের নীতি দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়নি? **[BUTEX'16-17]**

(a) সমবর্তন (b) ব্যতিচার

(c) প্রতিফলন (d) ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ⓐ, ⓓ

Solⁿ: সমবর্তন → তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ তত্ত্ব দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়। হাইগেনসের নীতি ব্যাখ্যা করে না।

ফটো তড়িৎ ক্রিয়া → কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্য ব্যাখ্যা করা যায়।

04. নিচের কোন বৈশিষ্ট্য বলে দেয় যে আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ হতে পারে? **[BUET'12-13]**

(a) প্রতিফলন (b) প্রতিসরণ

(c) ব্যতিচার (d) সমবর্তন ⓓ

Solⁿ: পোলারাইজেশন অনুপ্রস্থ তরঙ্গের একটি অনন্য বৈশিষ্ট্য।

05. শব্দ-তরঙ্গ নীচের কোন ভৌত প্রক্রিয়াটি প্রদর্শন করে না?

[BUET'11-12]

(a) প্রতিসরণ (b) সমবর্তন

(c) অপবর্তন (d) প্রতিফলন ⓑ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. হীরকের পৃষ্ঠতলে একটি আলোক রশ্মি 60° কোণে আপতিত হলো এবং 12° কোণে প্রতিসৃত হলো। হীরকের সমবর্তন কোণ নির্ণয় করো। **[BUTEX'25-26; CUET'15-16, 11-12]**

Solⁿ: হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$

$= \frac{\sin 60°}{\sin 12°}$

$= 4.1654$

$\therefore$ সমবর্তন কোণ, $\theta_p = \tan^{-1}(\mu)$

$= \tan^{-1}(4.1654)$

$= 76.5°$ **(Ans.)**

02. একটি সমতল সমবর্তিত আলোর তীব্রতা 4×10^4 Wm^{-2} এবং সমবর্তক ও বিশ্লেষকের অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ 60° হলে, বিশ্লেষকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত আলোর তীব্রতা কত? **[BUTEX'23-24]**

Solⁿ: $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$

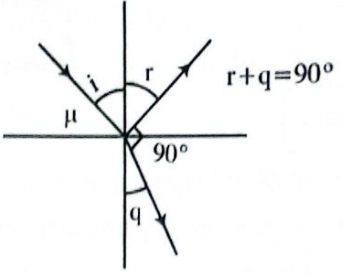
$= 4 \times 10^4 \cos^2 60°$

$= 4 \times 10^4 \times \frac{1}{4}$

$= 10^4$ Wm^{-2} **(Ans.)**

03. 1.62 প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট একটি কাঁচের প্লেটে আলোক রশ্মি আপতিত হয়। যদি প্রতিফলিত এবং প্রতিসরিত রশ্মি একে অপরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে তবে আপতন কোণের মান নির্ণয় কর। **[RUET'19-20]**

Solⁿ:



এক্ষেত্রে, আপতন কোণ হল সমবর্তন কোণ θ_p

$\therefore \tan \theta_p = \mu$

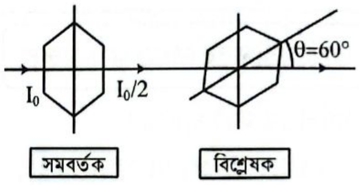
$\Rightarrow \theta_p = \tan^{-1}\mu$

$= \tan^{-1}(1.62)$

$= 58.31°$ **(Ans.)**

04. দুটি সমবর্তন ফালিকে সমান্তরালে এমনভাবে রাখা হলো যেন দ্বিতীয়টি আলোক অক্ষ প্রথমটির আলোক অক্ষের সাথে 60° কোণে থাকে। কোন অসমবর্তিত আলোক এ সজ্জায় এক প্রান্ত দিয়ে পাঠালে অপর প্রান্তের আলোর তীব্রতা অসমবর্তিত আলোর কতগুণ হবে? **[BUET'04-05]**

Solⁿ:



$I_{\text{নির্গত}} = \frac{I_0}{2} \cos^2 60° = \frac{I_0}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 ; I_{\text{নির্গত}} = \frac{I_0}{8}$

$\therefore \frac{I_2}{I_0} = \frac{1}{8}$ অর্থাৎ সমবর্তিত আলোর তীব্রতা অসমবর্তিত আলোর $\frac{1}{8}$ গুণ। **(Ans.)**

Topic-05: তরঙ্গের উপরিপাতন ও তীব্রতা

কনসেপ্ট রিভিউ

যদি দুটি তরঙ্গের ১ম তরঙ্গের বিস্তার A_1 ও তীব্রতা I_1 এবং ২য় তরঙ্গের বিস্তার A_2 ও তীব্রতা I_2 হয়, তবে

তরঙ্গদ্বয় সমদশায় উপরিপাতন: $A_{max} = A_1 + A_2$

$\Rightarrow \sqrt{I_{max}} = \sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}$

তরঙ্গদ্বয় বিপরীত দশায় উপরিপাতন: $A_{min} = A_1 - A_2$

$\Rightarrow \sqrt{I_{min}} = \sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}$

তরঙ্গে তীব্রতা (I)
তরঙ্গের বিস্তার (A)
$I \propto A^2 \Rightarrow A \propto \sqrt{I}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. I এবং 4I তীব্রতা সম্পন্ন দুটি তরঙ্গের উপরিপাতন হলে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন আলোর তীব্রতা হবে- [BUET'11-12, 10-11]

(a) 5I, 3I (b) 9I, (c) 9I, 3I (d) 5I, I ⓑ

Solⁿ: তীব্রতা বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক।

∴ একটি তরঙ্গের বিস্তার A হলে অপরটির হবে 2A

∴ সর্বোচ্চ বিস্তার = A + 2A = 3A ও

সর্বনিম্ন বিস্তার = 2A − A = A

∴ সর্বোচ্চ তীব্রতা 3^2I

বা, 9I ও সর্বনিম্ন বিস্তার 1^2I বা, I

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. কোন ব্যতিচার পরীক্ষায় দুটি সুসংগত আলোক উৎসের প্রাবল্যের অনুপাত 25:4, ব্যতিচার সজ্জার চরম বিন্দু ও অবম বিন্দুর প্রাবল্যের অনুপাত নির্ণয় কর। **[BUET'05-06]**

Solⁿ: $I \propto A^2 \therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{{A_1}^2}{{A_2}^2} = \frac{25}{4} \therefore \frac{A_1}{A_2} = \frac{5}{2}$

$\therefore \frac{A_1+A_2}{A_1-A_2} = \frac{7}{3}$

$\Rightarrow \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{(A_1+A_2)^2}{(A_1-A_2)^2} = \frac{49}{9}$

$\therefore I_{max}:I_{min} = 49:9$ **(Ans.)**

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. পানির আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা ও আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা যথাক্রমে 80 ও 0.022 হলে পানিতে আলোর দ্রুতি নির্ণয় করো। [শূন্য মাধ্যমে আলোর দ্রুতি = 3×10^8 ms^{-1}] [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 1.7×10^8 (b) 2.26×10^8
(c) 2.4×10^8 (d) 2.32×10^8

02. দুটি সুসঙ্গত আলোক উৎসের প্রাবল্যের অনুপাত 9 : 4। ব্যতিচার পরীক্ষায় এদের ব্যবহার করলে চরম ও অবম বিন্দুর প্রবল্যের অনুপাত নির্ণয় করো। [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 13 : 5 (b) 25 : 1 (c) 25 : 9 (d) 25 : 4

03. বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.5। বায়ুতে এক আলোকবর্ষ 9.4×10^{12} km হলে, কাচে এক আলোক বছর কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 14.1×10^{12} km (b) 6.27×10^{12} m
(c) 13.4×10^{12} km (d) 6.27×10^{12} km

04. কাচের প্লেটের তলে আলো প্রতিফলিত হয়ে সমবর্তিত হয়। কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.57 হলে কাচের আলোর প্রতিসরণ কোণ কত? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 57.5° (b) 32.5° (c) 45° (d) None

05. একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড লেজার X-অভিমুখে শূন্যস্থানে সাইন সদৃশ তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ নিঃসরণ করছে। এ তরঙ্গের সর্বোচ্চ তড়িৎক্ষেত্র E_0 হলো 1.5 MV m^{-1}। এর সর্বোচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র কত? [তপন স্যার]

(a) 4 mT (b) 2.5 mT (c) 1.25 mT (d) None

06. একটি গ্রেটিং এ প্রতি মিটারে 1×10^5 সংখ্যক রেখা আছে। 6000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো এর উপর লম্বভাবে আপতিত হলে কত ক্রম বা পর্যায়ে বর্ণালি রেখা দেখা যাবে?

(a) 19 (b) 16 (c) 18 (d) 20

07. যদি তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ +x -অক্ষ $(+\hat{i})$ বরাবর চলে এবং তড়িৎ ভেক্টর E, −y অক্ষ $(-\hat{j})$ বরাবর কম্পিত হয়। তবে এর চুম্বকীয় ভেক্টর B-এর কম্পনের দিকে হবে–

(a) + x অক্ষ বরাবর $(\hat{i})$ (b) + y অক্ষ বরাবর $(+\hat{j})$
(c) + z অক্ষ বরাবর $(\hat{k})$ (d) − z অক্ষ বরাবর $(-\hat{k})$

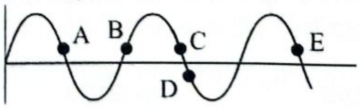
08. সমান কৌণিক বেগ সম্পন্ন দুটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য π এদের মধ্যে পথ পার্থক্য কত?

(a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) λ (c) $\frac{\lambda}{4}$ (d) একটিও না

09. পরস্পর থেকে 0.18 mm দূরত্বে অবস্থিত দুটি সুসংগত উৎস কর্তৃক উৎপন্ন ব্যতিচার ডোরার অবস্থান হল 0.8 m দূরে অবস্থিত একটি পর্দার উপর। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি থেকে চতুর্থ উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব 10.8 mm হলে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ কত হবে?

(a) 6.075 μm (b) 6.075×10^{-7} m
(c) 67×10^{-7} m (d) 7.065×10^{-7} m

10. চিত্রের কোন বিন্দুগুলো সমদশা সম্পন্ন?



(a) A-B-C (b) A-B (c) A-C-E (d) A-D

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. b	03. d	04. b	05. d
06. b	07. d	08. a	09. b	10. c

11. ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক 6×10^{17}Hz পার্শ্ববর্তী দুটি অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75 mm। পর্দাটি যদি 1.55m দূরে থাকে, তাহলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?

(a) 1.5μm (b) 3.01μm (c) 1.03μm (d) 1.30μm

12. 5000Å আলোক রশ্মির জন্য যে অপবর্তন গ্রেটিং, প্রথম ক্রমে 30° অপবর্তন প্রদান করে তার প্রতিমিলিমিটারে রেখার সংখ্যা কত?

(a) 10^6 (b) 10^3 (c) 10^5 (d) 10^4

13. স্বচ্ছ মাধ্যমে আলোর বেগ c; u = মাধ্যমের আলোর বেগ; k = পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক হলে, নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

(a) $u = \sqrt{ck}$ (b) $u = c\sqrt{k}$

(c) $u = \frac{c}{\sqrt{k}}$ (d) $u = \sqrt{\frac{c}{k}}$

14. সূর্য পৃথিবীর দূরত্ব হতে সূর্য-প্লুটোর দূরত্ব 250 গুণ হলে, পৃথিবী ও প্লুটোতে সূর্য হতে আগত তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গের তীব্রতার অনুপাত কত?

(a) 62500:1 (b) 1:62500

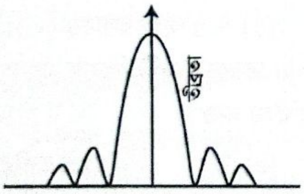
(c) 250:1 (d) 1:250

15. কোন বেতার তরঙ্গের তড়িৎক্ষেত্র হল, $E_0 = 50\ \text{NC}^{-1}$ এর সর্বোচ্চ চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত?

(a) 1.67×10^{-7}T (b) 1.76×10^{-7}T

(c) 1.65×10^{-7}T (d) 1.8×10^{-8}T

16.



পরিবর্তিত চিড় (Slit) এর ব্যবধান হ্রাস করলে-

(a) সকল চূড়ার তীব্রতা বৃদ্ধি পায়

(b) সকল চূড়ার তীব্রতা সমান থাকে

(c) সকল চূড়ার তীব্রতা হ্রাস পায়

(d) সকল চূড়ার তীব্রতা অদৃশ্য থাকে

17. তড়িৎ চৌম্বকীয় স্পেক্ট্রাম এ কম্পাঙ্ক 500 MHz হলে সে অংশটি হলো-

(a) ইনফ্রা-রেড (b) রেডিও

(c) আল্ট্রা-ভায়োলেট (d) দৃশ্যমান

18. কোন চিড়ের প্রস্থ 6μm এর উপর 3000Å এর আলো ফেললে কত ক্রমের বর্ণালি পাওয়া যাবে?

(a) 10 (b) 20 (c) 16 (d) 18

19. একটি সমতল গ্রেটিং এর প্রতি সেন্টিমিটারে দাগের সংখ্যা 6000। 6500Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো লম্বভাবে গ্রেটিং তলের উপর আপতিত হচ্ছে। প্রথম ক্রমের উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ কত?

(a) 22.50° (b) 22.57° (c) 22°57′ (d) 22°95′

20. ইয়ং এর পরীক্ষায় দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.5 mm। চিড়ের সমান্তরালে 100 cm দূরত্বে অবস্থিত পর্দায় ডোরা দেখা গেল। ১ম উজ্জ্বল ডোরা থেকে ১১তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 9.22 mm ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

(a) 4191Å (b) 5895Å

(c) 6000Å (d) 4610Å

MCQ উত্তরমালা

11. c	12. b	13. c	14. a	15. a
16. c	17. b	18. b	19. c	20. a

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. কাচে কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য সংকট কোণ 40°C। সমবর্তন কোণ ও প্রতিসারক কোণের মান নির্ণয় করো।

[ইস্হাক স্যার] **[Ans: 57.2676°, 32.7324°]**

02. 6438 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলোকের ক্ষেত্রে একটি গ্রেটিং দ্বিতীয় ক্রমের বা পর্যায়ের বর্ণালি রেখার ক্ষেত্রে 15°8′ অপবর্তন কোণ উৎপন্ন করে। গ্রেটিং এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে রেখার সংখ্যা নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার]**[Ans: 202754]**

03. ল্যাবরেটরিতে বায়ু মাধ্যমে রওনক সাহেব ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান 0.66 cm এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব 166 cm নিয়ে কাজ করল। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে 16-তম উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব পেল 0.16 cm। রওনক সাহেব পরীক্ষাটি আবার 1.66 প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট মাধ্যমে সম্পন্ন করলেন।

[সেলু স্যার]

(i) উদ্দীপকে পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[Ans: 397.6 nm]**

(ii) উল্লিখিত পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে না করে এবং উদ্দীপকে উল্লিখিত অন্য মাধ্যমে করা হলে ডোরার প্রস্থের কী পরিবর্তন হবে-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। **[Ans: 19.881 μm (হ্রাস পাবে)]**

04. কোনো চিড়ের প্রস্থ 4 cm। একে 1.5×10^{10} Hz কম্পাঙ্ক মাইক্রোওয়েভ দ্বারা বিকিরিত করা হলো। কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তার (Spread) বের করো। [তপন স্যার] [Ans: 60°]

05. 5000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কোনো আলো একটি চিড়ের উপর আপতিত হলো। অপবর্তন প্যাটার্নের প্রথম অবম 2 m দূরত্বে স্থাপিত পর্দায় কেন্দ্রীয় চরম থেকে 5 mm দূরত্বে দেখা গেল। চিড়ের প্রস্থ বের করো। [সেলু স্যার] [Ans: 2×10^{-4} m]

06. প্রফেসর এস.আর বিজ্ঞানাগারে নির্দিষ্টতরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলো দিয়ে 4×10^{-4} cm প্রস্থের চিড় আলোকিত করলেন। ফলে পর্দায় কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পার্শ্বে দ্বিতীয় ক্রম অবমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব 35° পাওয়া গেল। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। [সেলু স্যার] [Ans: 6014 Å]

07. ফাহিম ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় 6×10^{14}Hz কম্পাঙ্কের আলো ব্যবহার করল। এই পরীক্ষায় পাশাপাশি দুটি ডোরা কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75mm এবং চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব 1.55m। অপরদিকে, সাকিব অপবর্তন পরীক্ষায় 6×10^{-4}m প্রস্থের একটি চিড় এবং 6000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করল।

(a) ফাহিমের পরীক্ষণে চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। [Ans: 1.0333×10^{-3}m]

(b) সাকিবের পরীক্ষণে প্রথম দুটো চরম ও প্রথম দুটো অবমের কৌণিক ব্যবধান সমান কিনা যাচাই কর। [Ans: পরপর দুটো চরমের কৌণিক ব্যবধান সমান থাকে]

08. একটি গ্রেটিং এ প্রতি মিটার এ 5001 টি দাগ আছে। একে 5.88×10^{-7}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হলে সর্বোচ্চ কয়টি অপবর্তন দেখা যেতে পারে? [Ans. 340]

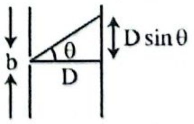
09. 700 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লাল আলো একটি দ্বি-চিড় যন্ত্রের মধ্য দিয়ে চালনা করা হলো। একই সময়ে অন্য একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী দৃশ্যমান আলোও একই যন্ত্রের মধ্য দিয়ে চালনা করা হলো। এর ফলে পর্দায় সৃষ্ট নকশাটি মূলত দুটি রঙের মিশ্রণ হিসেবে দেখা যায়; তবে লাল আলোর তৃতীয় উজ্জ্বল ডোরার ($m = 3$) কেন্দ্রে অন্য কোনো রঙ নেই, অর্থাৎ সেখানে বিশুদ্ধ লাল রঙ দেখা যায়। দ্বিতীয় দৃশ্যমান আলোটির সম্ভাব্য তরঙ্গদৈর্ঘ্যগুলো কী কী? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02]

10. 6.32×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের সুসংগত আলো দুটি সরু চিড়ের মধ্য দিয়ে গিয়ে 85.0 cm দূরে রাখা একটি পর্দার ওপর পড়ে। দেখা গেল যে, কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরার উভয় পাশে 3.11cm দূরত্বে তৃতীয় উজ্জ্বল ডোরাটি গঠিত হয়েছে। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে কত দূরত্বে তৃতীয় অন্ধকার ডোরাটি গঠিত হবে? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: 2.59 cm]

11. f কম্পাঙ্কের সুসংগত আলো বাতাসের মধ্য দিয়ে গিয়ে দুটি সরু চিড়ের ওপর আপতিত হয়। চিড়গুলোর ঠিক বিপরীতে অনেক দূরে রাখা একটি পর্দায় ব্যতিচার নকশা পর্যবেক্ষণ করা হয়। আলোর কম্পাঙ্ক f পরিবর্তন করা যায়। $f = 5.60 \times 10^{12}$ Hz এর জন্য $\theta = 60.0°$ কোণে একটি ব্যতিচার চরম পাওয়া যায়। পরবর্তী যে উচ্চতর কম্পাঙ্কের জন্য ওই একই কোণে ব্যতিচার চরম পাওয়া যায় তা হলো 7.47×10^{12} Hz। দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব d কত? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: 1.86×10^{-4}m]

12. দুটি সমবর্তন ফালিকে সমান্তরালে উল্লম্বভাবে রাখা হয়েছে। এদের মধ্যে প্রথমটির নিঃসরণ তল উল্লম্বের সাথে 45° কোণে এবং দ্বিতীয়টির নিঃসরণ তল প্রথমটির নিঃসরণ তলের সাথে 60° কোণে রাখা হয়েছে। উল্লম্ব কম্পনতল বিশিষ্ট কোনো সমবর্তন আলোক এ সজ্জার এক প্রান্ত দিয়ে পাঠালে অপর প্রান্তে আলোর তীব্রতা আপতিত আলোর তীব্রতার কতগুণ হবে? [প্রামাণিক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans: $\frac{I_0}{8}$]

13. b প্রস্থের একটি একক চিড়ের মধ্য থেকে λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো নির্গত হচ্ছে। 1m দূরের পর্দায় অপবর্তন নকশায় কেন্দ্রীয় চরম হতে দ্বিতীয় ও চতুর্থ অবমের দূরত্ব যথাক্রমে 3 cm ও 6 cm। কেন্দ্রীয় চরমের প্রস্থ কত? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans: 3 cm]



14. তিনটি পোলারাইজিং ফিল্টার বা সমবর্তক পরপর রাখা আছে। প্রথমটির সাপেক্ষে দ্বিতীয় ও তৃতীয় ফিল্টারের সমবর্তন অক্ষ ঘড়ির কাঁটার দিকে যথাক্রমে 23.0° এবং 62.0° কোণে অবস্থিত। যদি অসমবর্তিত আলো এই স্তূপের ওপর আপতিত হয়, তবে নির্গত আলোর তীব্রতা হয় 55.0 W/cm^2। যদি আপতিত আলোর তীব্রতা স্থির রেখে শুধুমাত্র দ্বিতীয় পোলারাইজারটি সরিয়ে নেওয়া হয়, তবে নির্গত আলোর তীব্রতা কত হবে? [Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04][Ans: 24 Wcm^{-2}]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (b);** $c_w = \frac{1}{\sqrt{\mu_w \epsilon_w}} = \frac{1}{\sqrt{\mu_r \mu_0 k \epsilon_0}} = \frac{1}{\sqrt{k \cdot \mu_r}} c_0$

$\therefore c_w = \frac{3\times10^8}{\sqrt{80\times0.22}} = 2.26\times10^8\ \text{ms}^{-1}$

02. **Sol^n: (b);** $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{3}{2}$

$\therefore \frac{I_{max}}{I_{min}} = \left(\frac{A_{max}}{A_{min}}\right)^2 = \left(\frac{A_1+A_2}{A_1-A_2}\right)^2 = \left(\frac{5}{1}\right)^2 = 25:1$

03. **Sol^n: (d);** কাচে আলোকবর্ষ $= \frac{9.4\times10^{12}}{1.5} = 6.2667\times10^{12}$ km

04. **Sol^n: (b);** আপতন কোণ, $\theta = \tan^{-1}(1.57) = 57.5°$

$\therefore$ প্রতিসরণ কোণ, $r = 90° - \theta = 90° - 57.5° = 32.5°$

05. **Sol^n: (d);** $E_0 = c\times B_0$

$\Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{1.5\times10^6}{3\times10^8} = 5\times10^{-3}\text{T} = 5\ \text{mT}$

06. **Sol^n: (b);** ধরি, n পর্যায়ের বর্ণালি রেখা দেখা যাবে।

এখানে, $\theta_n = 90°$; $N = 1\times10^5\text{m}^{-1}$

$\lambda = 6000\text{Å} = 6000\times10^{-10}\text{m} = 6\times10^{-7}\text{m}$

$\therefore$ আমরা পাই, $n\lambda = d\sin\theta_n \Rightarrow n = \frac{\sin\theta_n}{N\lambda}$

$n_{max} = \frac{\sin90°}{1\times10^5\times6\times10^{-7}}$

$\therefore n_{max} = 16.67$

অর্থাৎ, 16 তম বা পর্যায়ের বর্ণালি দেখা যাবে।

07. **Sol^n: (d);** তরঙ্গের সঞ্চালনের দিক $\vec{E}\times\vec{B}$ এর দিকে।

08. **Sol^n: (a);** $\pi = \frac{2\pi}{\lambda}\times x \Rightarrow x = \frac{\lambda}{2}$

09. **Sol^n: (b);** $a = 0.18\times10^{-3}\text{m}$;

$D = 0.8\text{m}, Z_n = 10.8\times10^{-3}\text{m}, n = 4;\ Z_n = \frac{n\lambda D}{a}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{a.Z_n}{nD} = \frac{0.18\times10^{-3}\times10.8\times10^{-3}}{4\times0.8}$

$= 6.075\times10^{-7}\text{m}$

11. **Sol^n: (c);** $\lambda = \frac{c}{f}$

আবার, $x = \frac{\lambda D}{a}$

$\Rightarrow a = \frac{\frac{c}{f}D}{x} = \frac{3\times10^8\times1.55}{6\times10^{17}\times0.75\times10^{-3}}$

$= 1.03\times10^{-6}\text{m} = 1.03\ \mu\text{m}$

12. **Sol^n: (b);** $\frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow N = \frac{\sin\theta}{n\lambda} = \frac{\sin 30}{1\times5000\times10^{-7}} = 10^3\ \text{mm}^{-1}$

14. **Sol^n: (a);** দেওয়া আছে, $\frac{r_p}{r_e} = 250$

$\therefore \frac{I_e}{I_p} = \left(\frac{r_p}{r_e}\right)^2 = (250)^2 = 62500:1$

15. **Sol^n: (a);** $\frac{E_0}{B_0} = C \Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{C} = \frac{50}{3\times10^8} = 1.67\times10^{-7}\text{T}$

18. **Sol^n: (b);** $a\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow n = \frac{a\sin\theta}{\lambda}$; $\sin\theta \le 1$

$\Rightarrow \frac{a\sin\theta}{\lambda} \le \frac{a}{\lambda} \Rightarrow n \le \frac{a}{\lambda}$

$\Rightarrow n \le \frac{6\times10^{-6}}{3000\times10^{-10}}$

$\Rightarrow n \le 20$ **(Ans.)**

19. **Sol^n: (c);** $\theta = \sin^{-1}(nN\lambda)$

$= \sin^{-1}(1\times6\times10^3\times10^2\times6500\times10^{-10})$

$= 22.95° = 22°57'$

20. **Sol^n: (d);** $x_n = n\frac{\lambda D}{a}$

$\Rightarrow \frac{ax_n}{nD} = \frac{0.5\times10^{-3}\times9.22\times10^{-3}}{10\times1} = 4.61\times10^{-7}\ \text{m} = 4610\text{Å}$

[১ম ডোরা হতে ১১তম ডোরার ব্যবধান ১০টি ডোরা ব্যবধানের সম

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:** প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \frac{1}{\sin\theta_c} = \frac{1}{\sin 40°} = 1.556$

সমবর্তন কোণ,

$\theta = \tan^{-1}(\mu) = \tan^{-1}(1.556) = 57.2676°$ **(Ans.)**

প্রতিসারক কোণ,

$r = 90° - \theta = 90° - 57.2676° = 32.7324°$ **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $\frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow N = \frac{\sin\theta}{n\lambda} = \frac{\sin(15°\,8')}{2\times6438\times10^{-10}}$ $\therefore N = 202754$ **(Ans.)**

03. **Sol^n: (i)** $a = 0.66\ \text{cm} = 6.6\times10^{-3}\text{m}$

$D = 166\ \text{cm} = 1.66\ \text{m}$

$n = 16, x_n = 0.16\ \text{cm} = 1.6\times10^{-3}\text{m}$

$\therefore x_n = \frac{n\lambda D}{a} = \frac{a\times x_n}{nD} = \frac{6.6\times10^{-3}\times1.6\times10^{-3}}{16\times1.66}\text{m}$

$\therefore \lambda = 3.976\times10^{-7}\text{m} = 397.6\ \text{nm}$ **(Ans.)**

(ii) দ্বিতীয় মাধ্যমে, $\lambda' = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{397.6}{1.66}\text{nm} = 239.51\ \text{nm}$

$\therefore$ ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন,

$x_1 - x_2 = \frac{\lambda_1 D}{2a} - \frac{\lambda_2 D}{2a} = \frac{D}{2a}(\lambda_1 - \lambda_2)$

$= \frac{1.66}{2\times6.6\times10^{-3}}\times(3.976\times10^{-7} - 2.3951\times10^{-7})$

$= 1.9881\times10^{-5}\text{m} = 19.881\ \mu\text{m}$ (হ্রাস পাবে) **(Ans.)**

04. **Sol^n:** তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{1.5\times10^{10}} = 0.02\ \text{m}$

কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তারের ক্ষেত্রে,

$a\sin\theta = n\lambda\ [n = 1]$

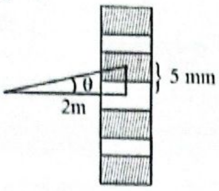
$\Rightarrow \sin\theta = \frac{1\times0.02}{0.04} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \theta = 30°$

$\therefore$ কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তার, $2\theta = 2\times30° = 60°$ **(An**

05. **Sol^n:** আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{x_n}{D}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{5\times10^{-3}}{2}\right) = 0.14324°$



আবার, $d\sin\theta = n\lambda$

$\therefore d = \frac{1\times5000\times10^{-10}}{\sin(0.14324°)} = 2\times10^{-4}$ m **(Ans.)**

06. **Sol^n:** $\theta = \frac{35°}{2} = 17.5°$; এখন, $d\sin\theta = n\lambda$

$\therefore \lambda = \frac{d\sin\theta}{n} = \frac{4\times10^{-6}\times\sin(17.5°)}{2}$

$\therefore \lambda = 6.014\times10^{-7}$ m $= 6014$ Å **(Ans.)**

07. **Sol^n: (a)** এখানে, কম্পাঙ্ক, $f = 6\times10^{14}$Hz

পর্দার দূরত্ব, $D = 1.55$ m

পাশাপাশি ডোরাকেন্দ্রের মধ্যে দূরত্ব, $\beta = 0.75\times10^{-3}$m

আলোর দ্রুতি, $c = 3\times10^{8}\text{ms}^{-1}$

এখন, $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{6\times10^{14}} = 5\times10^{-7}$m

এখন, $\beta = \frac{\lambda D}{a}$

$\Rightarrow a = \frac{\lambda D}{\beta} = \frac{5\times10^{-7}\times1.55}{0.75\times10^{-3}} = 1.033\times10^{-3}$m **(Ans.)**

(b) সাকিবের পরীক্ষণে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda = 6000\text{Å} = 6000\times10^{-10}$m

চিড়ের প্রস্থ, $a = 6\times10^{-4}$m

অপবর্তন কোণ θ হলে, আমরা জানি $a\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{n\lambda}{a}\right)$

পাশাপাশি অবমের জন্য n = 2 এবং n = 1 বিবেচনা করি।

n = 2 এর জন্য, $\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{2\times6000\times10^{-10}}{6\times10^{-4}}\right) = 0.114592°$

n = 1 এর জন্য, $\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1\times6000\times10^{-10}}{6\times10^{-4}}\right) = 0.057296°$

এখানে, $\theta_2 - \theta_1 = 0.057296$

আবার, চরমের ক্ষেত্রে, $a\sin\theta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$

$\theta'_2 = \sin^{-1}\left\{\frac{(2.2+1)\times6000\times10^{-10}}{2\times6\times10^{-4}}\right\} = 0.143239°$

$\theta'_1 = \sin^{-1}\left\{\frac{(2.1+1)\times6000\times10^{-10}}{2\times6\times10^{-4}}\right\} = 0.085943°$

$\therefore \theta'_2 - \theta'_1 = 0.057296°$; সুতরাং, $\theta_2 - \theta_1 = \theta'_2 - \theta'_1$

অর্থাৎ, পরপর দুটো অবম বা পরপর দুটো চরমের কৌণিক ব্যবধান সমান থাকে। **(Ans.)**

08. **Sol^n:** দেওয়া আছে, $N = 5001\text{m}^{-1}$; $\lambda = 5.88\times10^{-7}$m

এখন, $\frac{1}{N}\sin\theta = n\lambda$

$\Rightarrow n = \frac{\sin\theta}{N\lambda} = \frac{1}{5001\times5.88\times10^{-7}} = 340.06 \approx 340$ **(Ans.)**

09. **Sol^n:** লাল আলোর ৩য় উজ্জ্বল ডোরা যেখানে গঠিত হয়, সেখানে দ্বিতীয় আলোর ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বা অন্ধকার ডোরা গঠিত হতে হবে।

শর্তমতে, $m_1\lambda_1 = (m_2+0.5)\lambda_2$

এখানে, $m_1 = 3$ এবং $\lambda_1 = 700$ nm

$\lambda_2 = \frac{3\times700}{m_2+0.5} = \frac{2100}{m_2+0.5}$ nm

দৃশ্যমান আলোর পাল্লা সাধারণত 400 nm থেকে 700 nm

$m_2 = 1$ হলে, $\lambda_2 = \frac{2100}{1.5} = 1400$ nm (দৃশ্যমান নয়)

$m_2 = 2$ হলে, $\lambda_2 = \frac{2100}{2.5} = 840$ nm (দৃশ্যমান নয়)

$m_2 = 3$ হলে, $\lambda_2 = \frac{2100}{3.5} = 600$ nm (দৃশ্যমান)

$m_2 = 4$ হলে, $\lambda_2 = \frac{2100}{4.5} \approx 467$ nm (দৃশ্যমান)

$m_2 = 5$ হলে, $\lambda_2 = \frac{2100}{5.5} \approx 382$ nm (দৃশ্যমান নয়)

10. **Sol^n:** ৩য় উজ্জ্বল ডোরার (m = 3)

দূরত্ব, $y_3 = \frac{3\lambda D}{a} = 3.11$ cm

সুতরাং, $\frac{\lambda D}{a} = \frac{3.11}{3}$ cm

৩য় অন্ধকার ডোরার দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র হলো,

$y'_3 = (2+0.5)\frac{\lambda D}{a} = 2.5\frac{\lambda D}{a}$

$y'_3 = 2.5\times\frac{3.11}{3}$; $y'_3 = \frac{7.775}{3} \approx 2.59$ cm **(Ans.)**

11. **Sol^n:** পথ পার্থক্য $\Delta x = d\sin\theta$ নির্দিষ্ট কোণে ধ্রুবক। চরম বিন্দুর শর্ত: $\Delta x = m\lambda = m\frac{c}{f}$। প্রথম কম্পাঙ্ক f_1 এর জন্য ক্রম m হলে,পরবর্তী উচ্চতর কম্পাঙ্ক f_2 এর জন্য ক্রম হবে m + 1 (কারণ কম্পাঙ্ক বাড়লে তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে, তাই একই পথ পার্থক্যে বেশি পূর্ণ তরঙ্গ ধরবে)।

$\frac{mc}{f_1} = \frac{(m+1)c}{f_2}$

$mf_2 = (m+1)f_1 \Rightarrow m(f_2 - f_1) = f_1$

$m = \frac{f_1}{f_2-f_1} = \frac{5.60\times10^{12}}{(7.47-5.60)\times10^{12}} \approx 3$

এখন, $d\sin(60°) = 3\times\frac{3\times10^8}{5.60\times10^{12}}$ $d \approx 1.86\times10^{-4}$m **(Ans.)**

12. **Sol^n:** $I_2 = I_1\cos^2\theta_2 = I_0\cos^2\theta_1\cdot\cos^2\theta_2$

$= I_0\times\cos^2 45°\cdot\cos^2 60°$

$= I_0\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4} = \frac{I_0}{8}$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** অপবর্তনে অবমের জন্য, $b\sin\theta = n\lambda$, $\therefore \sin\theta = \frac{n\lambda}{b}$

n^th^ অবমের দূরত্ব, $x = D\sin\theta = D\cdot\frac{n\lambda}{b} = \frac{n\lambda}{b}$

[দেওয়া আছে, D = 1 m]

এখানে, দ্বিতীয় অবম, $x_2 = \frac{2\lambda}{b} = 3$ cm

চতুর্থ অবম, $x_4 = \frac{4\lambda}{b} = 6$ cm

এখন, $x_4 - x_2 = \frac{2\lambda}{b} = 6 - 3 = 3$ cm $\therefore \frac{2\lambda}{b} = 3$ ……… (i)

কেন্দ্রীয় চরমের প্রস্থ, $2\times\frac{1\cdot\lambda}{b} = \frac{2\lambda}{b} = 3$ cm ……… (i) হতে

∴ কেন্দ্রীয় চরমের প্রস্থ 3 cm। **(Ans.)**

14. **Sol^n:** তিনটি ফিল্টার থাকার সময় নির্গত তীব্রতা:

$I_3 = \frac{I_0}{2}\cos^2(\theta_1)\cos^2(\theta_2-\theta_1)$

এখানে $\theta_1 = 23.0°$ এবং $\theta_2 = 62.0°$

$55.0 = \frac{I_0}{2}\cos^2(23.0°)\cos^2(62.0°-23.0°)$

$\frac{I_0}{2} = \frac{55.0}{\cos^2(23.0°)\cos^2(39.0°)}$

দ্বিতীয় ফিল্টারটি সরিয়ে নিলে, প্রথম ও তৃতীয় ফিল্টারের মধ্যবর্তী কোণ হবে 62.0°। তখন নির্গত তীব্রতা I′:

$I' = \frac{I_0}{2}\cos^2(62.0°)$

$I' = \left(\frac{55.0}{\cos^2(23.0°)\cos^2(39.0°)}\right)\cos^2(62.0°)$

$I' = \frac{55.0\times(0.4695)^2}{(0.9205)^2\times(0.7771)^2} \approx 24\ \text{Wcm}^{-2}$ **(Ans.)**

অধ্যায় ০৮

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

টপিক অ্যানালাইসিস

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের আপেক্ষিকতা	28	14	BUET'22-23, 21-22, 08-09; KUET'17-18, 16-17, 15-16, 14-15, 12-13, 11-12, 03-04; RUET'12-13, 05-06, 04-05; CUET'25-26, 10-11; CKRUET'23-24, 21-22; BUTEX'13-14, 03-04; IUT'23-24, 22-23, 21-22, 18-19, 17-18, 16-17, 14-15; SUST'25-26	BUET'24-25, 19-20, 16-17, 11-12, 09-10, 04-05; KUET' 19-20, 05-06; RUET'25-26, 06-07, 05-06, 11-12, 09-10, 07-08, 06-07; CUET'11-12, 03-04
✪✪✪	**T-02:** শক্তি-ভর ও শক্তির রূপান্তর	20	09	BUET'24-25, 23-24, 22-23, 18-19, 07-08; KUET' 13-14, 10-11, 08-09, 05-06; RUET'24-25, 14-15, 12-13, 11-12, 09-10; CUET'13-14; BUTEX'13-14, 15-16; IUT'23-24; SUST'25-26	BUET'18-19, 03-04, 02-03; RUET'03-04; CUET'04-05; BUTEX'10-11; IUT'11-12
✪✪✪	**T-03:** ফোটন	19	08	BUET'24-25, 11-12; KUET'12-13, 11-12;RUET'24-25, 13-14, 12-13; CUET'25-26; BUTEX'16-17, 13-14; IUT'18-19, 14-15; SUST'25-26	BUET'16-17, 10-11; KUET'19-20; RUET'18-19; CUET'24-25 BUTEX'23-24, 20-21, 10-11
✪✪✪	**T-04:** এক্স রশ্মির নির্গমন	06	02	BUET'12-13; KUET'24-25; RUET'14-15; IUT'14-15, 11-12	BUET'20-21, 16-17;
✪✪✪	**T-05:** ফটোতড়িৎ ক্রিয়া	19	21	BUET'24-25,23-24, 13-14, 11-12; KUET'17-18, 16-17, 14-15, 13-14, 10-11; RUET'24-25, 23-24, 13-14, 11-12; CKRUET'23-24, 22-23;BUTEX'11-12, 09-10; IUT'23-24, 21-22, 14-15, 08-09; SUST'25-26, 24-25	BUET'25-26, 24-25, 20-21, 19-20, 18-19, 16-17, 14-15, 07-08, 03-04;KUET'03-04; RUET'25-26, 19-20, 17-18; CUET'09-10, 08-09, 07-08; BUTEX'22-23, 21-22, 20-21 MIST'24-25, 22-23
✪✪	**T-06:** ডি ব্রগলি তরঙ্গ এবং কণার ভরবেগ	05	-	BUET'12-13, 11-12; BUTEX'15-16	
✪✪	**T-07:** কম্পটন প্রভাব ও হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি	02	03	KUET'15-16; SUST'18-19	BUET'17-18; KUET'25-26 BUTEX'19-20
✪✪	**T-08:** বিবিধ	03	02	BUET'21-22, 12-13; IUT'23-24	CUET'09-10; BUTEX'09-10

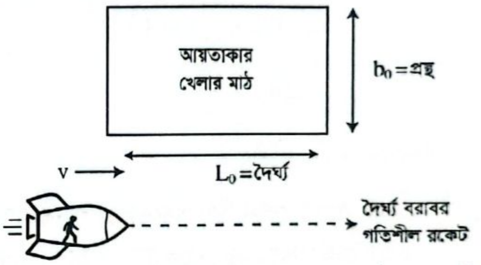
T-01: দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়ের আপেক্ষিকতা

কনসেপ্ট রিভিউ

প্রকৃত পরিমাপ	আপেক্ষিক পরিমাপ
(i) ঘটনা যে কাঠামোতে ঘটছে/ বস্তু যে কাঠামোতে আছে, সেই কাঠামো থেকেই পর্যবেক্ষক কর্তৃক পরিমাপ করা হয়।	**(i)** ঘটনা যে কাঠামোতে ঘটছে/ বস্তু যে কাঠামোতে আছে, সেই কাঠামো থেকে পরিমাপ না করে ভিন্ন কোনো কাঠামো থেকে পর্যবেক্ষক কর্তৃক পরিমাপ করা হয়।
(ii) প্রকৃত দৈর্ঘ্য (L_0): গতিশীল রকেটে উপস্থিত মিটার স্কেলকে রকেটে থাকা নভোচারী (পর্যবেক্ষক) কর্তৃক পরিমাপ।	**(ii)** আপেক্ষিক দৈর্ঘ্য (L): গতিশীল রকেটে উপস্থিত মিটার স্কেলকে পৃথিবীতে থাকা স্থির পর্যবেক্ষক কর্তৃক পরিমাপ। $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
(iii) প্রকৃত সময় (t_0): গতিশীল রকেটে উপস্থিত নভোচারী কর্তৃক তার (পর্যবেক্ষক) নিজের সাপেক্ষে মহাকাশ ভ্রমণের সময় পরিমাপ।	**(iii)** আপেক্ষিক সময় (t): গতিশীল রকেটে করে নভোচারীর মহাকাশ ভ্রমণের সময় পৃথিবীতে উপস্থিত কোনো স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে পরিমাপ, $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
(iv) প্রকৃত ভর (m_0): গতিশীল রকেটে থাকা নভোচারীর নিজের ভর নিজে পরিমাপ।	**(iv)** আপেক্ষিক ভর (m): গতিশীল রকেটে থাকা নভোচারীর ভর পৃথিবীর কোনো স্থির পর্যবেক্ষক কর্তৃক পরিমাপ, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

যেদিকে পর্যবেক্ষকের আপেক্ষিক গতি থাকবে, কেবলমাত্র সেই দিকেই আপেক্ষিকতার প্রভাব থাকবে। পর্যবেক্ষকের গতির লম্বদিক বরাবর আপেক্ষিকতার কোনো প্রভাব থাকবে না। দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল রকেটে থাকা নভোচারী কর্তৃক আয়তাকার মাঠের দৈর্ঘ্য পরিমাপ,

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \text{ ও প্রস্থ পরিমাপ } b = b_0$$



অনেক সময় প্রশ্নে পর্যবেক্ষক সম্পর্কে ধারণা দেয়া থাকে না। যেমন- "0.8c বেগে গতিশীল মিটার স্কেলের দৈর্ঘ্য কত?" এক্ষেত্রে, পর্যবেক্ষক স্থির প্রসঙ্গ কাঠামোতে থেকে গতিশীল কাঠামোর ঘটনা/সময় মাপছেন বলে ধরে নিতে হবে।

Shortcut: আপেক্ষিক/গতিশীল ঘনত্ব: $\rho = \frac{\rho_0}{1-\frac{v^2}{c^2}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি স্পেস-প্রোব জুপিটারে পাঠানো হচ্ছে, যা $1.8 \times 10^8\ ms^{-1}$ গতিতে পৃথিবী থেকে যাত্রা করছে। পৃথিবীর বিজ্ঞানীদের হিসাব অনুযায়ী যাত্রাটি 10 বছরে শেষ হবে। স্পেস-প্রোবে রক্ষিত ঘড়িতে কত সময় অতিবাহিত হবে? **[CUET'25-26; IUT'16-17]**

(a) 8 years
(b) 8.5 years
(c) 10 years
(d) 12 years
(e) 18 years

ⓐ

Sol

Solⁿ: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$

$\Rightarrow t_0 = t\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} = 10\sqrt{1-\left(\frac{1.8}{3}\right)^2} = 8$ years

02. পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি ড্রোনের দৈর্ঘ্য 1.0 m। যখন এটি আকাশে উড়ছিল তখন পৃথিবীতে অবস্থিত একজন পর্যবেক্ষক এর দৈর্ঘ্য 0.99 m নির্ণয় করলো। ড্রোনের বেগ কত? **[SUST'25-26; KUET'15-16; IUT'14-15]**

(a) $2.23 \times 10^7\ ms^{-1}$
(b) $3.30 \times 10^{-7} ms^{-1}$
(c) $4.23 \times 10^7\ ms^{-1}$
(d) $4.45 \times 10^7\ ms^{-1}$

ⓒ

Solⁿ: $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow (0.99)^2 = 1-\frac{v^2}{c^2}$

$\therefore v = 4.232 \times 10^7\ ms^{-1}$

03. 0.8 c বেগে চলমান রকেট থেকে মিটার স্কেলের দৈর্ঘ্য কত হবে? **[BUET'22-23]**

(a) 0.8 m (b) 0.7 m
(c) 0.6 m (d) 0.4 m ⓒ

Sol^n: $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 1 \times \sqrt{1-0.8^2}$

$= 0.6\text{m}$

04. An astronaut went in a rocket at velocity $1.5 \times 10^8\ \text{ms}^{-1}$ to KN-1 planet. Length of the rocket on earth was 100 m. What will be the length of the moving rocket measured from the earth? (একজন মহাকাশচারী একটি রকেটে করে $1.5 \times 10^8\ \text{ms}^{-1}$ বেগে KN-1 গ্রহে গিয়েছিল। পৃথিবীতে রকেটটির দৈর্ঘ্য ছিল 100 m। রকেটটি চলমান অবস্থায় পৃথিবী থেকে এর দৈর্ঘ্য কত পরিমাপ করা হবে?) **[BUET'22-23; IUT'23-24]**

(a) 34.3 m (b) 43.3 m
(c) 86.6 m (d) 96.6 m ⓒ

Sol^n: $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 100 \times \sqrt{1-\left(\frac{1.5}{3}\right)^2}$

$= 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$= 50\sqrt{3}\text{m}$

$= 86.6\ \text{m}$

05. একটি রকেট কোন স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে চলতে থাকলে এটির দৈর্ঘ্য 99% হয়। রকেটটির গতিবেগ নির্ণয় কর। **[CKRUET'21-22; KUET'12-13, 11-12; BUTEX'13-14]**

(a) $2.245 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ (b) $4.232 \times 10^7\text{ms}^{-1}$
(c) $22.245 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (d) $2.242 \times 10^8\text{ms}^{-1}$
(e) $2.425 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ ⓑ

Sol^n: $0.99L_0 = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow v = 4.232 \times 10^7\text{ms}^{-1}$

06. A train at rest has a length of 100m. At what speed must it approach a tunnel of length 80m so that an observer at rest with respect to the tunnel will see that the entire train is in the tunnel one time? (একটি স্থির অবস্থায় থাকা ট্রেনের দৈর্ঘ্য 100 m। এটি 80 m দৈর্ঘ্যের একটি সুড়ঙ্গে এমন বেগে অগ্রসর হয় যাতে সুড়ঙ্গের সাথে আপেক্ষিক স্থির অবস্থানে থাকা একজন পর্যবেক্ষক দেখতে পান যে, একটি সময়ে পুরো ট্রেনটি সুড়ঙ্গের ভিতরে রয়েছে। ট্রেনটির সেই সময়ে বেগ কত হওয়া উচিত?) **[IUT'18-19]**

(a) $1.5 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ (b) $2.4 \times 10^8\text{ms}^{-1}$
(c) $1.92 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ (d) $1.8 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ ⓓ

Sol^n: $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow 80 = 100\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = 0.64$

$\Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.36$

$\therefore v = 0.6 \times c = 1.8 \times 10^8\text{ms}^{-1}$

07. An observer is moving with a velocity of 0.95c in a direction perpendicular to a rod of length L. The observer will measure the length of the rod to be- (একজন পর্যবেক্ষক একটি L দৈর্ঘ্যের দণ্ডের সাথে লম্বভাবে 0.95c বেগে চলমান। পর্যবেক্ষক দণ্ডটির দৈর্ঘ্য কত পরিমাপ করবে?) **[IUT'17-18]**

(a) Equal to L (b) Less than L
(c) Greater than L (d) Zero ⓐ

Sol^n: Component of velocity along the length = 0 (দৈর্ঘ্য বরাবর বেগের উপাংশ = 0). Length will be the same.

08. একটি রড ল্যাবরেটরীর সাপেক্ষে আলোর বেগের 0.6 গুণে ঘুরছে। একজন দর্শক ল্যাবরেটরীতে ইহার দৈর্ঘ্য 1m পরিমাপ করে। রডটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[CUET'10-11]**

(a) 1.25m (b) 0.8m
(c) 1.09m (d) None ⓐ

Sol^n: $L = L_o\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow 1 = L_o\sqrt{1-\left(\frac{0.6c}{c}\right)^2}$

$\Rightarrow L_o = \frac{1}{\sqrt{1-0.36}} = 1.25\text{m}$

09. একজন মহাশূন্যচারী 35 বছর বয়সে $1.8 \times 10^8\ \text{ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল মহাশূন্যযানে চড়ে ছায়াপথ অনুসন্ধানে গেলেন এবং 60 বছর পর পৃথিবীর পঞ্জিকামতে ফিরে এলেন। মহাশূন্যচারীর বয়স তখন কত হবে? **[CKRUET'23-24; IUT'22-23; BUET'08-09; RUET'12-13, 05-06, 04-05; KUET'14-15, 03-04; BUTEX'03-04]**

(a) 80 years (b) 83 years
(c) 48 years (d) 72 years
(e) 85 years ⓑ

Sol^n: বয়স $= 35 + t_0$

$= 35 + t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 35 + 60 \times 0.8$

$= 83\ \text{yr}$

t_0 = মহাশূন্যযানে অতিক্রান্ত সময়

t = পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়

10. Suppose that NASA wants to explore a distant solar system 200 light years away from the earth. What will be the aging of the astronauts traveling in a spaceship with a speed of 0.99c as measured from the spaceship's frame of reference, where c is the speed of light in vacuum?
(ধরা যাক NASA একটি দূরবর্তী সৌরজগত অন্বেষণ করতে চায় যা পৃথিবী থেকে 200 আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত। যদি মহাকাশচারীরা 0.99c বেগে চলমান একটি মহাকাশযানে ভ্রমণ করে, তাহলে মহাকাশযানের কাঠামো থেকে পরিমাপ করলে তাদের বয়স কত বৃদ্ধি হবে? যেখানে c হল শূন্যে আলোর বেগ।) **[IUT'21-22]**

(a) 14 Years (b) 28 Years
(c) 19 Years (d) 22 Years ⓑ

Solⁿ: Distance measured by astronauts,

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 200\sqrt{1-0.99^2} = 28.2 \text{ ly}$$

$1 \text{ ly} = (365 \times 86400c)\text{m}$

$\therefore s = 28.2 \text{ ly} = (28.2 \times 365 \times 86400c)\text{m}$

$v = (0.99c)\text{ms}^{-1}$

$$\therefore t = \frac{s}{v} = \frac{28.2\times365\times86400c}{0.99c}\text{s}$$

$$= \frac{28.2\times365\times86400}{0.99\times365\times86400}\text{year}$$

$$= \frac{28.2}{0.99} = 28.48 \text{ years}$$

Which is very close to option (b).

11. একটি মহাশূন্যযান কত বেগে ভ্রমণ করলে, মহাশূন্যে 1 দিন অতিবাহিত হলে পৃথিবীতে 2 দিন অতিবাহিত হবে? **[KUET'17-18]**

(a) $2.61 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (b) $2.59 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
(c) $2.56 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (d) $2.50 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
(e) $2.48 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $\frac{t_0}{t} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1-\frac{v^2}{c^2}$

$\therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 2.59 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

12. একজন ভদ্রমহিলা মহাশূন্যযানে চড়ে 4 আলোকবর্ষ দূরের একটি গ্রহে 0.9c বেগে যাবেন এবং ফিরে আসবেন। তার বয়স তার জমজ বোন (যিনি পৃথিবীতে ছিলেন) এর চেয়ে কত বছর কম হবে? **[KUET'16-17]**

(a) 4.4444 Y (b) 8.8888 Y
(c) 11.5 Y (d) 20.3888 Y

Solⁿ: (সঠিক উত্তর নেই); $t = \frac{s}{v} = \frac{4\times2}{0.9} = 8.89 \text{ y}$

$\therefore t_0 = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 3.875 \text{ y}; \Delta t = 5.01 \text{ y}$

13. একটি নিশ্চল e^- 0.98c বেগে গতিশীল হলে তার ভর কত শতাংশ হবে? **[BUET'21-22]**

(a) 457 (b) 407 (c) 721 (d) 615 ⓑ

Solⁿ: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-0.98^2}}$

$\Rightarrow m = 5.025m_0$

$\therefore \Delta m = 4.025$

$\therefore$ বৃদ্ধি পাবে $= \Delta m \times 100\% = 402.5\%$ [(b) এর মান সবচেয়ে কাছে বলে Answer হবে (b)]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 0.86 c বেগে চলমান 800 kg ভরের একটি নভোযান 400 m দৈর্ঘ্য ও 200 m প্রস্থ বিশিষ্ট একটি মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর যায়। নভোযানের পর্যবেক্ষকের নিকট মাঠের ক্ষেত্রফল কত মনে হবে? **[RUET'25-26]**

Solⁿ: পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L' = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 400\sqrt{1-(0.86)^2}$

$= 204.1176 \text{ m}$

$\therefore$ পরিবর্তিত ক্ষেত্রফল $= L' \times W_0 = 204.1176 \times 200$

$= 40823.52 \text{ m}^2$ **(Ans.)**

02. একটি 1m লাঠি x-অক্ষ বরাবর গতিশীল। এর গতিশীল ভর নিশ্চল ভরের 1.5 গুণ হলে, গতিশীল অবস্থায় এর দৈর্ঘ্য কত? **[BUET'24-25]**

Solⁿ: প্রশ্ন অনুসারে,

$m = 1.5m_0 \Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.5m_0$

$\therefore \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{2}{3}$

আবার, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1 \times \frac{2}{3} = 0.667 \text{ m}$ **(Ans.)**

03. ভিন্ন গ্রহের একটি নভোযান 0.6 c গতিতে (মাঠের খেলোয়াড়দের পরিমাপ অনুযায়ী) বুয়েট ফুটবল মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করে। ফুটবল মাঠটি 110 মিটার লম্বা এবং 50 মিটার প্রশস্ত। নভোযানের ভিন্নগ্রহবাসীর পরিমাপ অনুযায়ী ফুটবল মাঠটির দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ কত হবে? **[BUET'09-10]**

Solⁿ: দৈর্ঘ্য, $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 110\sqrt{1-\frac{(0.6c)^2}{c^2}} = 88 \text{ m}$ **(Ans.)**

প্রস্থ বরাবর বেগ, $v = 0$

$\therefore B = B_0 = 50 \text{ m}$

[B= প্রস্থ] **(Ans.)**

প্রশ্নের হিসাব না করে সরাসরি বলে দিলেও হবে যে পরিবর্তন হবে না।

04. একটি মিটার স্কেলকে তার দৈর্ঘ্য বরাবর মহাশূন্যে $2.6 \times 10^8\ \mathrm{ms^{-1}}$ বেগে নিক্ষেপ করা হল। পৃথিবী থেকে মিটার স্কেলটির দৈর্ঘ্য কত মনে হবে নির্ণয় কর। **[RUET'06-07]**

Sol

$$\text{Sol}^{\text{n}}\text{: } L = L_0\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$= 1 \times \sqrt{1-\left(\frac{2.6\times10^8}{3\times10^8}\right)^2}$$

$$= 0.499\ \mathrm{m}\ \textbf{(Ans.)}$$

05. পৃথিবীতে একটি রকেটের দৈর্ঘ্য 100 m। যখন এটা উড়ছিল তখন পৃথিবী থেকে একজন পর্যবেক্ষক এর দৈর্ঘ্য 99 m নির্ণয় করলেন। রকেটের বেগ নির্ণয় কর। **[RUET'05-06]**

পৃথিবীতে দৈর্ঘ্য,

$L_0 = 100\ \mathrm{m}$

চলমান দৈর্ঘ্য,

$L = 99\ \mathrm{m}\ ;\ v = ?$

$$\text{Sol}^{\text{n}}\text{: } L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\Rightarrow 99 = 100\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0.99$$

$$\therefore v = 4.2 \times 10^7\mathrm{ms^{-1}}\textbf{(Ans.)}$$

06. একজন মহিলা 30 বছর বয়সে 10 বছরের একটি কন্যাকে রেখে 0.98c বেগে গতিশীল একটি মহাশূন্যযান এ চড়ে মহাকাশ ভ্রমণে গেলেন। পৃথিবীর হিসেবে তিনি 30 বছর সময় মহাকাশে কাটিয়ে ফিরে এলেন। ফেরার পর তাদের কার বয়স কত হবে? **[KUET'19-20]**

$$\text{Sol}^{\text{n}}\text{: } t = 30y, t_0 = ?$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow t_0 = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$= 30\sqrt{1-(0.98)^2} = 5.97y$$

কন্যার বয়স $= 10 + t = 10 + 30$

$= 40y$ **(Ans.)**

মহিলার বয়স $= 30 + t_0 = 30 + 5.97$

$= 35.97\ y$ **(Ans.)**

07. **মনে কর,** একজন পিতা তার কন্যা থেকে 20 বছরের বড়। তিনি পৃথিবী থেকে অতি দ্রুতগতির মহাকাশযানে দূরবর্তী কোন গ্রহে যেতে চাইলেন। উক্ত গ্রহে তার যেতে 2 বছর এবং আসতে 2 বছর লাগল (তার নিজের কাঠামোতে মাপা)। পৃথিবীতে এসে তিনি দেখলেন তার কন্যা থেকে তিনি 20 বছর ছোট হয়ে গেছেন। এ যাত্রায় মহাকাশযানটির বেগ কত হবে? **[BUET'16-17]**

Sol

Sol^{n}: দেওয়া আছে,

	পিতার বয়স	কন্যার বয়স
যাত্রার শুরুতে	20+x	x
যাত্রা থেকে ফেরার পর	20+x+4	(20+x+4) +20

∴ পিতার মহাকাশযানে অতিক্রান্ত সময় 4 বছর

∴ কন্যার পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময় = 44 বছর

$\Delta t_0 = 4$ বছর $\Delta t = 44$ বছর

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow 44 = \frac{4}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{1}{11}\right)^2$$

$$\therefore v = \sqrt{1-\left(\frac{1}{11}\right)^2}\ c$$

$$= 2.9876 \times 10^8\ \mathrm{ms^{-1}}\ \textbf{(Ans.)}$$

08. কোন এক ধরনের জীবাণু প্রতি 20 দিনে তার সংখ্যা বৃদ্ধি করে দ্বিগুণ হয়। এই ধরনের দুইটি জীবাণুকে একটি নভোযানে করে মহাকাশে পাঠানো হল এবং 1000 দিন পরে পৃথিবীতে ফিরিয়ে আনা হল। যদি নভোযানটির গতি সেকেন্ডে আলোর গতির 0.995 গুণ হয়, তবে নভোযানটি পৃথিবীতে ফিরে আসার পর এতে কতগুলো জীবাণু পাওয়া যাবে? **[BUET'11-12]**

Sol^{n}: পৃথিবীতে অতিক্রান্ত সময়, $t = 1000\text{days}$

বেগ, $v = 0.995\ c$

মহাকাশযানে সময়, $t_0 = ?$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t_0 = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$= 1000 \times \sqrt{1-\left(\frac{0.995c}{c}\right)^2} \approx 100\text{days.}$$

Process-01:

$$\begin{tikzcd}
\text{day} \arrow[r] & 0 \arrow[r] \arrow[d] & 20 \arrow[r] \arrow[d] & 40 \arrow[r] \arrow[d] & 60 \arrow[r] \arrow[d] & 80 \arrow[r] \arrow[d] & 100 \arrow[d] \\
\text{জীবাণু সংখ্যা} \arrow[r] & 2 \arrow[r] & 2^2 \arrow[r] & 2^3 \arrow[r] & 2^4 \arrow[r] & 2^5 \arrow[r] & 2^6
\end{tikzcd}$$

$=64$ **(Ans.)**

Process-02:

$$\begin{tikzcd}
\text{ধাপ} \arrow[r] & 1 & 2 & 3 & & 6 & & n \\
\text{day} \arrow[r] & 0 \arrow[r] \arrow[u] \arrow[d] & 20 \arrow[r] \arrow[u] \arrow[d] & 40 \arrow[r, dotted] \arrow[u] \arrow[d] & & 100 \arrow[r, dotted] \arrow[u] \arrow[d] & & x \arrow[u] \arrow[d] \\
\text{জীবাণু সংখ্যা} \arrow[r] & 2^1 \arrow[r] & 2^2 \arrow[r] & 2^3 \arrow[r, dotted] & & 2^6 \arrow[r, dotted] & & 2^n
\end{tikzcd}$$

$=64$ **(Ans.)**

09. একটি স্থির কাঠামো s এ তে স্বর্ণের ঘনত্ব $19.3 \times 10^3 kgm^{-3}$ চলমান। কাঠামো s′ এ অবস্থানরত একজন পর্যবেক্ষকের কাছে স্বর্ণের ঘনত্ব কত হবে, যদি চলমান কাঠামোর বেগ x অক্ষ বরাবর 0.9c হয়। যেখানে c হল আলোর বেগ। **[BUET'19-20]**

Sol^n: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$m_0 = 19.3 \times 10^3$ kg হলে,

$m = 44277.237$ kg

$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{\sqrt{19}}{10}$ m

∴ পরিবর্তিত ঘনত্ব $= \frac{m}{L\times1\times1}$ kgm^{-3}

$= 101.578 \times 10^3$ kgm^{-3}

10. একজন লোকের ভর 99 kg । কত বেগের উড়ন্ত রকেটে থাকাকালীন মাটিতে অবস্থিত একজন পর্যবেক্ষকের নিকট তার ভর 100 kg হবে? **[CUET'11-12, 03-04 ; BUET'04-05]**

Sol^n: দেওয়া আছে, $m_0 = 99$ kg, $c = 3 \times 108$ ms^{-1}

$m = 100$ kg, $v = ?$

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\Rightarrow 100 = \frac{99}{\sqrt{1-\frac{v^2}{(3\times10^8)^2}}}$

$\Rightarrow 1 - \frac{v^2}{(3\times10^8)^2} = (0.99)^2$

$\Rightarrow v = 4.232 \times 10^7$ ms^{-1} **(Ans.)**

11. একটি স্থির ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31}kg। ইলেকট্রনটি 0.99c গতি প্রাপ্ত হলে উহার ভর নির্ণয় কর। **[RUET'07-08, 06-07]**

Sol^n: স্থির ইলেকট্রনের ভর, $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$kg

ইলেকট্রনের গতি, $v = 0.99$ c,

উহার গতিশীল অবস্থার ভর, m =?

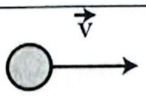
আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$= \frac{9.1\times10^{-31}}{\sqrt{1-(0.99)^2}}$

$= 6.45 \times 10^{-30}$kg **(Ans.)**

T-02: শক্তি-ভর ও শক্তির রূপান্তর

কনসেপ্ট রিভিউ

স্থির বস্তু	 গতিশীল বস্তু
নিশ্চল ভর, m_0	গতিশীল ভর, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$; মোট শক্তি, $E = mc^2$
নিশ্চল শক্তি/ স্থিতি শক্তি, $E_0 = m_0c^2$	গতিশক্তি, $E_k = E - E_0 = (m - m_0)c^2$
ভরবেগ, $p_0 = 0$	ভরবেগ, $p = mv = \frac{m_0v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুড

01. একটি বস্তুকণার ভর 9.0×10^{-27} kg. এর পুরোটাই শক্তিতে রূপান্তর করা হলে উক্ত শক্তির পরিমাণ কত? **[SUST'25-26]**

(a) 8.0×10^{-11} J
(b) 8.4×10^{-12} J
(c) 9.0×10^{-11} J
(d) 8.1×10^{-10} J
ⓓ

Sol^n: $E = mc^2$

$= 9 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$

$= 8.1 \times 10^{-10}$ J

02. কোনো বস্তুর স্থির ভর, $m_0 = 2 \times 10^{-27}$kg। বস্তুটি 0.85 c বেগে চললে এর মোট শক্তি কত? **[BUET'24-25]**

(a) 3.42×10^{-10} J
(b) 2.42×10^{-10} J
(c) 4.21×10^{-10} J
(d) 3.82×10^{-10} J
ⓐ

Sol^n: $E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$= \frac{2\times10^{-27}\times(3\times10^8)^2}{\sqrt{1-(0.85)^2}}$

$= 3.416 \times 10^{-10}$ J

$\approx 3.42 \times 10^{-10}$ J

03. একটি স্থির ইলেকট্রন কত শক্তি সংরক্ষণ করে? **[RUET'24-25,11-12]**

(a) 8.19×10^{-14} J (b) 9.81×10^{-14} J

(c) 1.89×10^{14} J (d) 1.89×10^{14} J

(e) 8.19×10^{14} J ⓐ

Solⁿ: $E_0 = m_0c^2 = 9.1 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$

$= 8.19 \times 10^{-14}$ J

04. একটি বস্তু ভেঙ্গে 1kg ভরের দুটি বস্তু 0.6c বেগে দু'দিকে ছড়িয়ে পড়ে। আদি বস্তুর ভর কত ছিল? **[BUET'23-24, 18-19]**

(a) 3.2kg (b) 1.2kg

(c) 2kg (d) 2.5kg ⓓ

Solⁿ: ধরা যাক, m_a ভরের একটি স্থির বস্তু বিস্ফোরিত হয়ে $m_b = m_c = 1$ kg ভরে পরিণত হলো।

এবং $v_b = 0.6c$ ও $v_c = -0.6c$ বেগে দূরে সরে গেল।

শক্তির নিত্যতা অনুযায়ী, $E_a = E_b + E_c$

$$\Rightarrow (m_a)_0c^2 = \frac{2\times(m_b)_0c^2}{\sqrt{1-(0.6)^2}}$$

$$= \frac{5}{2}(m_b)_0c^2$$

$$\Rightarrow (m_a)_0 = \frac{5}{2}(m_b)_0$$

$$= \frac{5}{2}\times 1\text{ kg} = 2.5\text{ kg}$$

05. 10MeV গতি শক্তি নিয়ে চলমান ইলেক্ট্রনের ভর কত? **[KUET'10-11]**

(a) m_0 (b) $10m_0$ (c) $0.2051m_0$

(d) $2.051m_0$ (e) $20.51m_0$ ⓔ

Solⁿ: $mc^2 - m_0c^2 = 10 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$$\Rightarrow m - m_0 = \frac{1.6\times10^{-12}}{9\times10^{16}}$$

$$\Rightarrow m - m_0 = 1.78 \times 10^{-29}$$

$$\therefore m = 1.8688 \times 10^{-29} = 20.51m_0$$

06. $\frac{c}{\sqrt{3}}$ বেগে চলমান একটি কণার মোট শক্তি হলো– **[BUTEX'15-16]**

(a) $0.173m_0c^2$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}m_0c^2$

(c) $\frac{\sqrt{2}}{4}m_0c^2$ (d) $1.732m_0c^2$

Solⁿ: (No Correct Answer); মোট শক্তি $= \gamma m_0c^2$

যেখানে, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{1}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$

$\therefore$ মোট শক্তি $= \sqrt{\frac{3}{2}}m_0c^2$

07. একটি বস্তু কণার ভর 9.1×10^{-28}kg. এর পুরোটাই শক্তিতে রূপান্তরিত হলে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? **[RUET'14-15, 12-13, 09-10,CUET'13-14, BUTEX'13-14, KUET'08-09, 05-06, BUET'07-08]**

(a) 8.19×10^{-11}J (b) 8.29×10^{-12}J

(c) 8.29J (d) 8.21×10^{-3}J

(e) 8.19×10^{-3}J ⓐ

Solⁿ: $E = mc^2 = 9.1 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2$

$= 8.19 \times 10^{-11}$ J

08. পারমাণবিক বিক্রিয়া হতে উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ 5.8×10^8MWh। রূপান্তরিত ভরের পরিমাণ কত হবে? **[KUET'13-14]**

(a) 22kg (b) 23kg

(c) 22.4kg (d) 23.2kg

(e) 22.6kg ⓓ

Solⁿ: আমরা জানি, $E = mc^2$

$$\Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{5.8\times10^{14}\times3600}{(3\times10^8)^2} = 23.2\text{kg}$$

09. $4.2 \times 10^4\text{ms}^{-1}$ বেগে চলমান একটি নিউট্রনের গতিশক্তি বাহির কর। [নিউট্রনের ভর 1.67×10^{-27}kg] **[KUET'13-14]**

(a) 13.63J (b) 16.36×10^{-13}J

(c) 13.36×10^{-19}J (d) 14.73×10^{-19}J

(e) 14.73J ⓓ

Solⁿ: $E_k = mc^2 - m_0c^2$

$$= \left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0\right)c^2 = 14.73 \times 10^{-19}\text{J}$$

[**Note:** বস্তুর গতি 0.1c এর কম হলে Relativity apply করার প্রয়োজন নেই। Newtonian Physics apply করলেই হবে। অর্থাৎ, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 14.73 \times 10^{-19}$J]

10. প্রতিটি ইলেকট্রনের ভরবেগ– **[BUTEX'15-16]**

(a) $p = \frac{h\lambda}{c}$ (b) $p = \frac{hc}{\lambda}$

(c) $p = \frac{h}{\lambda}$ (d) $p = \frac{h}{2}$ ⓒ

11. কোনো বস্তুর গতি শক্তি এর নিশ্চল শক্তির 3 গুণ হলে m ও m_0 এর সম্পর্ক কোনটি? **[BUET'22-23]**

(a) $m = 4m_0$ (b) $m = 3m_0$

(c) $m = 2m_0$ (d) $m = m_0$ ⓐ

Solⁿ: $(m - m_0)c^2 = 3m_0c^2$

$\Rightarrow m - m_0 = 3m_0 \therefore m = 4m_0$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. 1.67×10^{-27} kg স্থিতি ভরের একটি প্রোটন এর ভর দ্বিগুণ হতে হলে কত দ্রুতির প্রয়োজন হবে? প্রোটনটির উক্ত দ্রুতি অর্জন করতে যে শক্তির প্রয়োজন হবে তা বের কর।
$[c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}]$ **[IUT'11-12, BUET'03-04]**

Sol^n: দেওয়া আছে, $m_o = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

m = গতিশীল অবস্থার ভর

v = ?, E = ?

আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\Rightarrow \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.75 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{4}} \times c$

$\therefore v = 2.598 \times 10^8\ ms^{-1}$

∴ প্রয়োজনীয় শক্তি = গতিশক্তি

$= (m - m_o)c^2$

$= (2m_o - m_o)c^2 = m_oc^2$

$= 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$

$= 1.503 \times 10^{-10}$J **(Ans.)**

02. 1.6MeV গতি শক্তিতে গতিশীল একটি ইলেকট্রনের ভর নির্ণয় কর। **[BUTEX'10-11]**

Sol^n: দেওয়া আছে,

m = গতিশীল অবস্থায় ভর

m_0 = স্থির অবস্থায় ভর

আমরা জানি, $E = (m - m_0)c^2$

$\Rightarrow 1.6 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= (m - 9.1 \times 10^{-31}) \times (3 \times 10^8)^2$

$\therefore m = 3.75 \times 10^{-30}$kg **(Ans.)**

03. কোন একটি বস্তু কণার মোট শক্তি এর স্থিতাবস্থার শক্তির দেড়গুণ (1.5 গুণ) হলে বস্তু কণাটির দ্রুতি বের কর। **[CUET'04-05; BUET'02-03]**

Sol^n: $E = 1.5\ E_0$

$\Rightarrow mc^2 = 1.5m_0c^2$

$\Rightarrow \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.5m_0c^2$

$\Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{1}{1.5}\right)^2$

$\therefore v = \sqrt{\frac{5}{3}}c = 2.236 \times 10^8\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

04. একটি ইলেকট্রন $2.7 \times 10^8\ ms^{-1}$ গতিতে চললে তার আপেক্ষিক তত্ত্বীয় গতিশক্তি কত হবে? নিউটনীয় (সনাতন) গতিশক্তির সাথে এ মানের তুলনা কর। ইলেকট্রনের ভর ও আলোর গতি যথাক্রমে 9.1×10^{-31}kg ও $3 \times 10^8 ms^{-1}$। **[RUET'03-04 ; BUET'17-18, 03-04, 02-03]**

Sol^n: নিউটনীয় গতিশক্তি, $K_0 = \frac{1}{2}m_0v^2$

$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (2.7 \times 10^8)^2 = 3.317 \times 10^{-14}$J

আপেক্ষিক তত্ত্ব থেকে পাই,

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{(2.7)^2}{3^2}}} = 2.088 \times 10^{-30}$kg

আপেক্ষিক গতিশক্তি, $K_r = (m-m_0)c^2$

$= (20.88 - 9.1) \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{16}$

$= 1.0602 \times 10^{-13}$ J

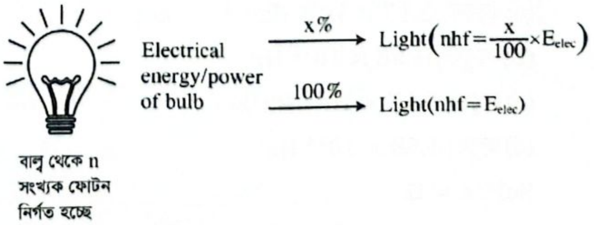
আপেক্ষিক গতিশক্তি ও নিউটনের গতিশক্তির তুলনা,

$\frac{K_r}{K_N} = \frac{(m-m_0)c^2}{\frac{1}{2}m_0v^2} = \frac{3.2}{1}$ **(Ans.)**

T-03: ফোটন

কনসেপ্ট রিভিউ

- প্ল্যাঙ্কের মতে, শক্তির নিঃসরণ বা শোষণ নিরবিচ্ছিন্নভাবে ঘটে না, বরং খণ্ড খণ্ড আকারে বা এক একটি গুচ্ছপ্যাকেট আকারে নির্গত বা শোষিত হয়। এই গুচ্ছ বা প্যাকেটকে বলা হয় ফোটন। যদি আলোর কোনো কণিকা তথা ফোটনের কম্পাঙ্ক f এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হয়, তবে $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$.
- ফোটনের নিশ্চল ভর = 0
- গতিশীল বেগ = c
- ভরবেগ, $p = \frac{h}{\lambda}$
- শক্তি, $E = pc = \frac{hc}{\lambda}$
- নির্দিষ্ট বৈদ্যুতিক উৎস থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক ফোটন উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে, বৈদ্যুতিক উৎসের বিদ্যুৎ শক্তির (E_{elec}) সম্পূর্ণ অংশ/কিছু অংশ ফোটনের আলোকশক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে।


Electrical energy/power of bulb
x%
Light$\left(nhf = \frac{x}{100} \times E_{elec}\right)$
100%
Light$(nhf = E_{elec})$
বাল্ব থেকে n সংখ্যক ফোটন নির্গত হচ্ছে

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. 25 ওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন একটি একবর্ণী উৎস থেকে 6000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিকিরণ নিঃসরণ হচ্ছে। এই উৎস থেকে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলি ফোটন নিঃসরণ হচ্ছে? দেওয়া আছে, প্লাঙ্ক ধ্রুবক = 6.63×10^{-34} Js। **[CUET'25-26]**

(a) 7.54×10^{19}
(b) 7.54×10^{18}
(c) 2.51×10^{19}
(d) 2.51×10^{18}
(e) 7.54×10^{20}
ⓐ

Sol^n: 1 সেকেন্ডে নির্গত শক্তি 25 J

$E = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow 25 = \frac{n\times6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{6000\times10^{-10}}$

$\Rightarrow n = 7.54 \times 10^{19}$ টি

02. একটি ফোটন কণার কম্পাঙ্ক 1.2×10^{15} Hz. এই ফোটনের শক্তি কত eV? **[SUST'25-26]**

(a) 5.03 (b) 4.97 (c) 4.87 (d) 5.27 ⓑ

Sol^n: $E = hf$

$= (6.626 \times 10^{-34} \times 1.2 \times 10^{15})$ J

$= 7.9512 \times 10^{-19}$ J

$= \frac{7.9512\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$ eV $= 4.97$ eV

03. নিচের কোন বর্ণের তরঙ্গটির শক্তি সবচেয়ে বেশি? **[BUET'24-25]**

(a) নীল (b) বেগুনি (c) লাল (d) সবুজ ⓑ

Sol^n: $E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E \propto \frac{1}{\lambda}$

অর্থাৎ, যে তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত কম, তার শক্তি তত বেশি। বেগুনি রঙের তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম বিধায় এর শক্তি সবচেয়ে বেশি।

04. শক্তি বনাম তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লেখচিত্র কেমন? **[BUET'24-25]**

(a) আয়তাকার অধিবৃত্ত
(b) পরাবৃত্ত
(c) উপবৃত্ত
(d) সরলরৈখিক
ⓐ

Sol^n: আমরা জানি, $E = \frac{hc}{\lambda} \therefore E \propto \frac{1}{\lambda}$

05. কোনো আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 580 nm হলে এর বর্ণ কী ও এর কম্পাঙ্ক কত? **[BUET'24-25]**

(a) হলুদ, 5.17×10^{14} Hz
(b) সবুজ, 4.68×10^{14} Hz
(c) সবুজ, 5.17×10^{14} Hz
(d) হলুদ, 4.68×10^{14} Hz
ⓐ

Sol^n: $c = f\lambda$

$\Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{580\times10^{-9}}$ Hz $= 5.17 \times 10^{14}$ Hz

06. 1 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলোর শক্তি কত? **[RUET'24-25, 13-14; BUTEX'16-17]**

(a) 2×10^{-25} J
(b) 3×10^{-25} J
(c) 4×10^{-20} J
(d) 2×10^{-19} J
(e) 2×10^{25} J
ⓐ

Sol^n: $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1} = 2 \times 10^{-25}$ J

07. Man can tolerate minimum light of intensity of 10^{-10} Wm^{-2}. If the area of the eye ball is 0.4 cm^2 and frequency of light is 6×10^{14} Hz, then how many photons will enter into eyes per second? [Planck's constant, $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js] (মানুষ সর্বনিম্ন 10^{-10} Wm^{-2} তীব্রতার আলো সহ্য করতে পারে। যদি চোখের গোলকের ক্ষেত্রফল হয় 0.4 cm^2 এবং আলোর কম্পাঙ্ক হয় 6×10^{14} Hz, তাহলে প্রতি সেকেন্ডে কত ফোটন চোখে প্রবেশ করবে?[প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক = 6.63×10^{-34} Js]) **[IUT'21-22]**

(a) 10^5 (b) 10^4 (c) 10^6 (d) 10^3 ⓑ

Sol^n: $I \times A \times t = nhf$

$\Rightarrow 10^{-10} \times 0.4 \times 10^{-4} \times 1$

$= n \times 6 \times 10^{14} \times 6.63 \times 10^{-34}$

$\Rightarrow n = 10^4$

08. What is the wavelength of a 100MeV photon? [Plank's constant $h = 6.63 \times 10^{-34}$Js] (100MeV শক্তির ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34}$J. s]) **[BUTEX'13-14, RUET'12-13; IUT'14-15]**

(a) 1.943×10^{-14}m
(b) 1.243×10^{-14}m
(c) 1.343×10^{-14}m
(d) 2.943×10^{-14}m
ⓑ

Sol^n: $E = \frac{hc}{\lambda}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{100\times10^{6}\times1.6\times10^{-19}}$

$= 1.24 \times 10^{-14}$m

09. 3000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মির শক্তি কত? **[KUET'12-13, 11-12]**

(a) 41.4 eV
(b) 4.14 eV
(c) 0.41 eV
(d) 0.04 eV
(e) 0.004 eV
ⓑ

Sol^n: $\lambda = 3000 \times 10^{-10}$m; $c = 3 \times 10^{8}$ms^{-1}

$h = 6.636 \times 10^{-34}$ Js

$\therefore E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.636\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3000\times10^{-10}}$

$= 6.636 \times 10^{-19}$J $= 4.1475$ eV

10. A 60W lamp is emitting green light with wavelength 5550×10^{-10}m. If 5% of the electrical energy of the lamp is converted to light, how many photons are being emitted by the lamp in 1s. [$h = 6.63 \times 10^{-34}$JS] (একটি 60 W ল্যাম্প 5550×10^{-10}m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সবুজ আলো নিঃসরণ করছে। যদি ল্যাম্পের বৈদ্যুতিক শক্তির 5% আলোতে রূপান্তরিত হয়, তাহলে প্রতি সেকেন্ডে কতটি ফোটন নির্গত হচ্ছে? [$h = 6.63 \times 10^{-34}$JS]) **[RUET'12-13, KUET'10-11; IUT'14-15]**

(a) 7.37×10^{18} (b) 8.37×10^{18}
(c) 9.5×10^{18} (d) 6.7×10^{18} ⓑ

Sol^n: $0.05P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{nhc}{\lambda}}{t}$

$\Rightarrow n = \frac{Pt\lambda \times 0.05}{hc} = \frac{60 \times 1 \times 5550 \times 10^{-10} \times 0.05}{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}$

$= 8.37 \times 10^{18}$

11. 600nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের ভরবেগ হল- **[BUET'11-12]**

(a) 3×10^{-34}kgms^{-1} (b) 2.2×10^{-26}kgms^{-1}
(c) 1.1×10^{-27}kgms^{-1} (d) 3.1×10^{-28}kgms^{-1} ⓒ

Sol^n: $p = \frac{h}{\lambda} = 1.1 \times 10^{-27}$kgms^{-1}

12. 10^{20} Photons of wavelength 660 nm are emitted per second from a lamp. What is the wattage of the lamp? Plank's constant is 6.6×10^{-34} Js. (একটি ল্যাম্প প্রতি সেকেন্ডে 10^{20} সংখ্যক 660 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন নির্গত করছে। ল্যাম্পটির ক্ষমতা কত? [প্লাঙ্কের ধ্রুবক $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js.]) **[IUT'08-09]**

(a) 30 W (b) 60 W
(c) 100 W (d) 500 W ⓐ

Sol^n: $P = \frac{nhc}{\lambda} = \frac{10^{20} \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{660 \times 10^{-9}} = 30$ W

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুড

01. 40 W এর বাতি থেকে সবুজ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ(555 nm) নির্গত হচ্ছে। বাতিটির তড়িৎ শক্তির 5% যদি আলোক শক্তিতে রূপান্তর হয়, তবে প্রতি সেকেন্ডে বাতি থেকে কত সংখ্যক ফোটন নির্গত হয়? **[CUET'24-25; BUTEX'20-21; BUET'10-11]**

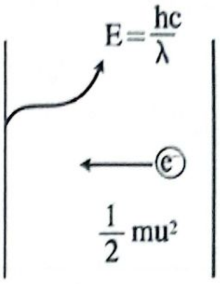
Sol^n: $P_{out} = \eta P_{in} = n\frac{hc}{\lambda}$ [যেহেতু, t = 1sec]

$\therefore n = \frac{\eta \times P_{in} \times \lambda}{hc} = \frac{0.05 \times 40 \times 555 \times 10^{-9}}{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}$

$= 5.58 \times 10^{18}$ টি **(Ans.)**

02. 100eV গতিশক্তি সম্পন্ন একটি ইলেকট্রন একটি পরমাণুকে আঘাত করলে 300 Å ও 1000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি ফোটন নিঃসৃত হয়। ইলেকট্রনের শেষ বেগ কত? **[BUET'23-24]**

Sol^n: আমরা জানি,



$E_i = E_f$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mu^2 = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v^2 = \frac{2}{m}\left(\frac{1}{2}mu^2 - \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}\right)$

$\frac{1}{2}mu^2 = 100eV$

$= 100 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J

$\Rightarrow v^2 = \frac{2}{9.11 \times 10^{-31}} \times \Big[100 \times 1.6 \times 10^{-19} -$

$6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} \times \left(\frac{1}{300 \times 10^{-10}} + \frac{1}{1000 \times 10^{-10}}\right)\Big]$

$\therefore v = 4.02686 \times 10^{6}$ms^{-1} **(Ans.)**

03. একটি ফোটনের শক্তি একটি ইলেকট্রনের স্থির অবস্থার শক্তির সমান হলে ঐ ফোটনের কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং ভরবেগ নির্ণয় কর। **[KUET'19-20]**

Sol^n: ইলেকট্রনের স্থির অবস্থার শক্তি,

$E_e = m_0c^2 = 9.11 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^{8})^2$

$= 8.199 \times 10^{-14}$J

ফোটনের শক্তি, $E_f = E_e$

$\Rightarrow hf = 8.199 \times 10^{-14}$

$\Rightarrow f = \frac{8.199 \times 10^{-14}}{6.626 \times 10^{-34}}$

$= 1.237 \times 10^{20}$Hz

$\therefore \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^{8}}{1.237 \times 10^{20}}$

$= 2.424 \times 10^{-12}$m

ভরবেগ, $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{2.424 \times 10^{-12}}$

$= 2.733 \times 10^{-22}$kgms^{-1} **(Ans.)**

04. একটি লেজার 6.0×10^{14}Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট মনোক্রমেটিক আলো উৎপন্ন করে। নিঃসরিত ক্ষমতার মান 2.0×10^{3}W। **[RUET'18-19]**

(i) আলোক রশ্মির একটি ফোটন এর শক্তি কত?

(ii) প্রতি সেকেন্ডে উৎস হতে কতগুলি ফোটন নিঃসরিত হয়?

Sol^n: (i) $E = hf = (6.626 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14})$J

$E = 3.9756 \times 10^{-19}$J **(Ans.)**

(ii) $P = \frac{nhc}{\lambda t}$; t = 1s হলে, $P = \frac{nhc}{\lambda}$

$\Rightarrow P = nhf$

$\Rightarrow n = \frac{P}{hf} = \frac{2 \times 10^{3}}{6.63 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}}$

$\therefore n = 5.03 \times 10^{21}$s^{-1} **(Ans.)**

05. পারদের বাষ্প 140 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন শুষে নিয়ে পরবর্তীতে দুটি ফোটন নিঃসরণ করে। একটি ফোটন এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 180.5 nm হলে অপর ফোটনটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? $[1\text{ nm} = 10^{-9}\text{m}]$ **[BUET'16-17]**

Solⁿ: শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \therefore \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_2}$

$\therefore \lambda_1 = 6.2395 \times 10^{-7}\text{m}$ **(Ans.)**

06. একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000Å। এর কম্পাঙ্ক কত? **[BUTEX'10-11]**

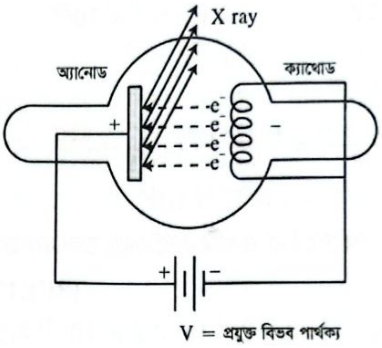
Solⁿ: $c = f\lambda$

$\therefore f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{6000\times10^{-10}}$

$= 5 \times 10^{14}\text{Hz}$ **(Ans.)**

T-04: এক্স রশ্মির নির্গমন

কনসেপ্ট রিভিউ



কুলীজ নলের ক্যাথোডে স্থির ইলেকট্রনের সঞ্চিত স্থির তড়িৎ বিভব শক্তি $E_p = eV$ যার প্রভাবে ইলেকট্রনগুলো উচ্চ বেগে অ্যানোডে আঘাত করে। ইলেকট্রনের গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore \boxed{eV = \frac{1}{2}mv^2}$

এখানে উল্লেখ্য, V অনেক উচ্চ হলে v অনেক বেশি হয়। v বেশি হলে বা আলোর বেগের কাছাকাছি চলে আসলে, ইলেকট্রনের গতিশক্তি নির্ণয়ের formula $E_k = (m - m_0)c^2$ ব্যবহার করাই ভালো।

তাই, V এর মান 10 kV এর বেশি হলে, $eV = (m - m_0)c^2$

$\Rightarrow eV = \left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0\right)c^2$ formula ব্যবহার করতে হবে।

- **Case-01:** ইলেকট্রনের শক্তির x% অ্যানোডে আঘাতের পর X-ray নামক photon এ রূপান্তরিত হলে,

  $$E_k \times \frac{x}{100} = E_{photon} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

- **Case-02:** ইলেকট্রনের শক্তির সম্পূর্ণ অংশ X-ray তে রূপান্তরিত হলে X-ray ফোটন তার সম্ভাব্য সর্বোচ্চ শক্তি অর্জন করবে।

  $$E_k = E_{photon_{max}} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. টেলিভিশন টিউবে ইলেকট্রনগুলোকে 100 kV বিভব পার্থক্যে ত্বরান্বিত করা হয়। এই ইলেকট্রনগুলো যখন টেলিভিশন স্ক্রিনে আঘাত করে, তখন নির্গত তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের সর্বোচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় করো। **[KUET'24-25]**

(a) 2.42×10^{20} Hz (b) 2.42×10^{19} Hz
(c) 2.42×10^{18} Hz (d) 1.21×10^{19} Hz
(e) 1.21×10^{18} Hz ⓑ

Solⁿ: $hf = eV$

$\therefore f = \frac{eV}{h} = \frac{1.6\times10^{-19}\times100\times1000}{6.63\times10^{-34}} = 2.42 \times 10^{19}$ Hz

02. An electron is accelerated across a potential difference of 5.0×10^3V in the CRT of a television. What is the velocity of the electron if it starts from rest? (CRT টেলিভিশন থেকে একটি ইলেকট্রন 5.0×10^3V বিভব পার্থক্যের মাধ্যমে ত্বরণ লাভ করে। যদি ইলেকট্রনটি স্থির অবস্থা থেকে শুরু করে, তাহলে এর বেগ কত হবে?) **[IUT'14-15; RUET'14-15; IUT'11-12]**

(a) $4.193 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (b) $4.253 \times 10^7\text{ms}^{-1}$
(c) $5.351 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ (d) $4.112 \times 10^7\text{ms}^{-1}$ ⓐ

Solⁿ: $eV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times5\times10^3}{9.1\times10^{-31}}}$$
$$= 4.193\times10^7\ ms^{-1}$$

03. এক্স-রে এর জন্য কোনটি সঠিক নয়? **[BUET'12-13]**
(a) এটির কোন চার্জ নেই
(b) এটি তড়িৎক্ষেত্র দিয়ে বিচ্যুত হয় না
(c) এটি চৌম্বকক্ষেত্র দিয়ে বিচ্যুত হয় না
(d) এটি একটি বিন্দুতে একীভূত করা যায় ⓓ

04. একটি নিয়ন টিউবে উচ্চ বিভব দেয়া হলে বাতিটির ভিতরে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। টিউবের ক্যাথোডের দিকে কোন কণা প্রবাহিত হয়? **[BUET'12-13]**
(a) ইলেকট্রন (b) প্রোটন
(c) ধনাত্মক নিয়ন আয়ন (d) ঋণাত্মক নিয়ন আয়ন ⓒ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুড

01. একটি এক্স-রে টিউবকে 80kV বিভব পার্থক্যে রাখা হলে, লক্ষবস্তুতে ইলেকট্রনগুলো সর্বোচ্চ কত বেগে আঘাত করবে? আঘাতের পর ইলেকট্রনের শক্তির 2% এক্স-রে বর্ণালিতে রূপান্তরিত হলে উৎপন্ন বর্ণালির সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? **[BUET'20-21]**

Solⁿ: $E_{k(max)} = eV$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = 80\times10^3\times e$$
$$\Rightarrow v_{max}^2 = \frac{2\times80\times10^3\times e}{m}$$
$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2\times80\times10^3\times e}{m}} = 1.67\times10^8 ms^{-1}$$

আবার, আঘাতের পর, $eV\times2\% = \frac{hc}{\lambda_{min}}$

$$\Rightarrow \lambda_{min} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{80\times10^3\times e\times\frac{2}{100}} = 0.776\ \text{nm}\ \textbf{(Ans.)}$$

02. প্রাথমিকভাবে স্থির থাকা একটি ইলেকট্রন 2000 kV বিভব পার্থক্যের মাধ্যমে ত্বরান্বিত হয়। যখন এটি চলন্ত অবস্থায় থাকে তখন এর ভর এবং গতি বের কর। ইলেকট্রনের নিশ্চল শক্তি 0.511 MeV এবং ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর 9.11×10^{-31}kg. **[BUET'21-22]**

Solⁿ: $E_K = eV = (1.6\times10^{-19}\times2000\times10^3)\ J$

$$= 3.2\times10^{-13}\ J$$

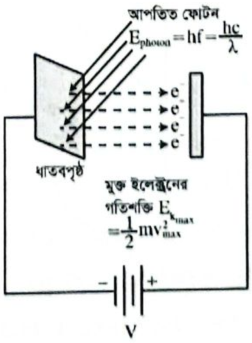
আবার, $E_K = (m - m_0)c^2$

$$\Rightarrow mc^2 = E_K + m_0c^2$$
$$= (3.2\times10^{-13} + 0.511\times10^6\times1.6\times10^{-19})J$$
$$= 4.0176\times10^{-13}J$$
$$\Rightarrow m = \frac{4.0176\times10^{-13}}{c^2}$$
$$= 4.464\times10^{-30}$$
$$\Rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 4.464\times10^{-30}$$
$$\Rightarrow v = 0.97895c$$
$$= 2.93686\times10^8\ ms^{-1}\ \textbf{(Ans.)}$$

T-05: ফটোতড়িৎ ক্রিয়া

কনসেপ্ট রিভিউ

নির্দিষ্ট ও যথোপযুক্ত শক্তি সম্পন্ন ফোটন ধাতব পরমাণুকে আঘাত করে এবং ধাতব ইলেকট্রনকে তার নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ থেকে মুক্ত করে ও মুক্ত ইলেকট্রনকে গতিশীল করতে পারে। আর গতিশীল মুক্ত ইলেকট্রন মাত্রই আধান বাহক যা তড়িৎ প্রবাহ তৈরি করে।


আপতিত ফোটন
$E_{photon} = hf = \frac{hc}{\lambda}$
e^-
ধাতবপৃষ্ঠ
মুক্ত ইলেকট্রনের গতিশক্তি $E_{k_{max}} = \frac{1}{2}mv_{max}^2$
−
+
V

E_{photon}	=	W_0	+	$E_{k_{max}}$
↓		↓		↓
আপতিত ফোটনের শক্তি		কার্যাপেক্ষক (ধাতু ইলেকট্রনকে মুক্ত করতে যে ন্যূনতম শক্তি দরকার)		মুক্ত ইলেকট্রনের গতিশক্তি (ইলেকট্রন চলার পথে সংঘর্ষ, এর ফলে শক্তির অপচয় হচ্ছে না)

- $E_{photon} = hf = \frac{hc}{\lambda}$
- $W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$ [f_0 = সূচন কম্পাঙ্ক λ_0 = সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য]
- $E_{k_{max}} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = eV_s$

[V_s পরিমাণ বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করে $E_{k_{max}}$ গতিশক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রনকে থামানো হয়। এক্ষেত্রে, ইলেকট্রনের গতির বিপরীতে প্রযুক্ত স্থির তড়িৎ বিভবশক্তি $eV_s = E_{k_{max}} = \frac{1}{2}mv^2$। প্রযুক্ত বিভব ($V_s$) কে নিবৃত্তি বিভব বলে।]

আলোর তড়িৎ ক্রিয়ায় n সংখ্যক ফোটন কণার আলোকশক্তি (nhf) ফটোইলেকট্রন প্রবাহের তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. কোন ধাতুর আলোক তড়িৎ কার্য অপেক্ষক 2.0 eV. আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4000 Å হলে, নির্গত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত eV? [SUST'25-26]

(a) 1.4 (b) 1.2 (c) 1.1 (d) 1.3 ⓒ

Solⁿ: $E_{k_{max}} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$

$= \left(\frac{6.636\times10^{-34}\times3\times10^8}{4000\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}} - 2\right)eV$

$= 1.1\ eV$

02. একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 1.9 eV এবং আপতিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4041 Å। নিঃসৃত ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি কত? [BUET'24-25]

(a) 3.07 eV (b) 1.17 eV
(c) 1.26 eV (d) 2.92 eV ⓑ

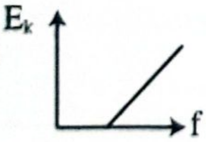
Solⁿ: আপতিত রশ্মির শক্তি,

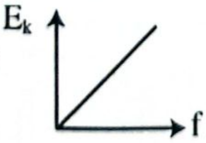
$\frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{4041\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}}eV = 3.07\ eV$

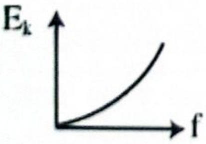
∴ ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি $= (3.07 - 1.9)eV$

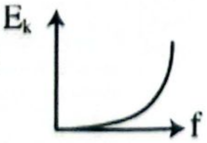
$= 1.17\ eV$

03. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক বনাম ইলেকট্রনের গতিশক্তির গ্রাফ কোনটি? [BUET'24-25]

(a)


(b)


(c)


(d)


ⓐ

04. ধাতুর উপর আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 400 nm ও নিবৃত্তি বিভব 2V হলে, কার্যাপেক্ষক কত? [BUET'24-25]

(a) 1 eV (b) 1.1eV
(c) 1.4 eV (d) 2 eV ⓑ

Solⁿ: $W_0 = \frac{hc}{\lambda} - eV$

$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{400\times10^{-9}} - 1.6\times10^{-19}\times2$

$\therefore W_0 = 1.77\times10^{-19}\ J = 1.1\ eV$

05. একটি ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগ $5\times10^7\ ms^{-1}$ হলে, নিবৃত্তি বিভবের মান কত? [BUET'24-25]

(a) 7109.38 V (b) 5217.18 V
(c) 14234.375 V (d) 4234.37 V ⓐ

Solⁿ: $\frac{1}{2}mv^2 = eV_S$

$\therefore V_s = \frac{mv^2}{2e} = 7109.38\ V$

06. ফটো-তড়িৎ ক্রিয়ার সফল ব্যাখ্যাদাতা কে? [SUST 24-25]

(a) M. Planck (b) M. Born
(c) P. Dirac (d) A. Einstein ⓓ

07. 2.3eV কার্যাপেক্ষক বিশিষ্ট ধাতুতে 3000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে নির্গত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত? [BUET'23-24]

(a) 4.14eV (b) 1.84 eV
(c) 6.44 eV (d) 3.34 eV ⓑ

Solⁿ: $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{3000\times10^{-10}}\ J$

$= 6.63\times10^{-19}J = 4.14\ eV$

$\therefore E_{k_{max}} = E - \phi = (4.14 - 2.3)eV = 1.84\ eV$

08. UV radiation having a 300 nm wavelength falls on uranium metal, ejecting 0.5 eV electrons. What is the binding energy of electrons to uranium metal? [Planck's constant $= 6.63\times10^{-34}\ kgm^2s^{-1}$] (300 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের UV রশ্মি ইউরেনিয়াম ধাতুর উপর আপতিত হয়ে 0.5 eV শক্তির ইলেকট্রন নির্গত করে। ইউরেনিয়াম ধাতুর সাথে ইলেকট্রনের বন্ধনশক্তি কত? [IUT'23-24]
[প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক $= 6.63\times10^{-34}\ kgm^2s^{-1}$])

(a) 5.84 eV (b) 6.64 eV
(c) 3.64 eV (d) 5.54 eV ⓒ

Solⁿ: $E = W_0 + E_{k_{max}}$

$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = W_0 + E_{k_{max}}$

$\Rightarrow W_0 = \frac{hc}{\lambda} - E_{k_{max}}$

$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{3\times10^{-7}} - 0.5\times1.6\times10^{-19}$

$= 5.83\times10^{-19}\ J = 3.64\ eV$

09. একটি ধাতব তলে λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আরোকরশ্মি আপতিত হলে ফটো-ইলেকট্রন নির্গত হয় এবং এক্ষেত্রে নিবৃত্তি বিভবের মান $3V_0$। একই তলে যখন 2λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো আপতিত হয়, তখন নিবৃত্তি বিভবের মান V_0। ফটো-ইলেকট্রন নির্গত হওয়ায় জন্য ঐ তলটির সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান নির্ণয় কর।**[CKRUET'22-23]**

(a) 6λ (b) 8λ (c) $\frac{4\lambda}{3}$ (d) λ
(e) 4λ ⓔ

Solⁿ: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + 3eV_0 \dots\dots\dots (i)$

$\frac{hc}{2\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_0$

$\therefore eV_0 = \frac{hc}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \dots\dots\dots (ii)$

(i) হতে,

$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + 3\left(\frac{hc}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}\right) \Rightarrow \frac{3}{2}\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda} = 2\frac{hc}{\lambda_0}$

$\Rightarrow \frac{1}{2\lambda} = \frac{2}{\lambda_0} \therefore \lambda_0 = 4\lambda$

10. একটি আলোক রশ্মি পটাশিয়ামের উপর পতিত হওয়ায় তা থেকে 1.6 eV এর সর্বাধিক শক্তির ফটো ইলেকট্রন নির্গত হল। আপতিত আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.2eV। **[KUET'17-18]**

(a) 3511Å (b) 3656Å
(c) 3276Å (d) 2686Å
(e) 3326Å ⓒ

Solⁿ: $E = E_{k_{max}} + W_0 = 1.6 + 2.2 = 3.8\ eV = \frac{hc}{\lambda}$

$\therefore \lambda = 3269\ Å$

11. একটি ধাতব পৃষ্ঠ হতে নিঃসৃত ইলেকট্রনের সর্বাধিক বেগ কত হলে নিবৃত্ত বিভব পার্থক্য 0.96V হবে? **[KUET'16-17]**

(a) $8.21 \times 10^5 ms^{-1}$ (b) $5.81 \times 10^5 ms^{-1}$
(c) $5.72 \times 10^5 ms^{-1}$ (d) $5.63 \times 10^5 ms^{-1}$
(e) $4.28 \times 10^5 ms^{-1}$ ⓑ

Solⁿ: $eV_s = \frac{1}{2}mv_{max}^2$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2eV_s}{m}} = 5.81 \times 10^5 ms^{-1}$

12. $5 \times 10^{14}Hz$ কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোন ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে সর্বোচ্চ $2.6 \times 10^{-19}J$ শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত হয়। ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'14-15]**

(a) $1.078 \times 10^{13}Hz$ (b) $1.078 \times 10^{14}Hz$
(c) $1.078 \times 10^{15}Hz$ (d) $5 \times 10^{14}Hz$ ⓑ
(e) $2.6 \times 10^{-19}Hz$

Solⁿ: $hf = hf_0 + E_{Kmax}$

$\Rightarrow h \times 5 \times 10^{14} = hf_0 + 2.6 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow f_0 = 1.078 \times 10^{14}Hz$

13. সূচন কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ধাতু থেকে নির্গত ইলেকট্রনের বেগ হচ্ছে- **[BUET'13-14]**

(a) zero (b) infinite
(c) minimum (d) maximum ⓐ

14. কোন ধাতুর ক্ষেত্রে ফটোইলেকট্রন নিঃসরণ এর সূচন দৈর্ঘ্য 600nm। ধাতুটির কার্যাপেক্ষক ইলেকট্রন ভোল্টে প্রকাশ কর।

[RUET'13-14; BUTEX'09-10; KUET'13-14]

(a) 5.5eV (b) 2.7eV (c) 5.05eV (d) 2.07eV
(e) 2.76eV ⓓ

Solⁿ: $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{600\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}} = 2.07eV$

15. একটি ধাতু কিছু শর্তাধীনে ফটো-ইলেকট্রন নিঃসরণ করে, কিন্তু দেখা গেল সমান্তরাল রশ্মি আপতিত হওয়ার পরও ধাতু হতে কোন ফটো-ইলেকট্রন নির্গত হয় নাই। ধাতুটি ফটো-ইলেকট্রন নির্গত করবে যদি- **[BUET'11-12]**

(a) আলোর তীব্রতা বাড়ালে
(b) আলোকে সমবর্তিত করলে
(c) পূর্বাপেক্ষা ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলে
(d) পূর্বাপেক্ষা বড় তরঙ্গ- দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলে ⓒ

16. প্লাটিনামের কার্যাপেক্ষক 6.31eV এর সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[BUTEX'11-12]**

(a) $15.32 \times 10^{14}Hz$ (b) $15.23 \times 10^{14}Hz$
(c) $66.94 \times 10^{-53}Hz$ (d) $9.52 \times 10^{33}Hz$ ⓑ

Solⁿ: $W_0 = hf_0$

$\therefore f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{6.31\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} Hz$

$\therefore f_0 = 15.23 \times 10^{14}Hz$

17. 6600 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ (দীপ্তমান রশ্মি) বেরিয়াম অক্সাইডের একটি স্তরের উপরে 3×10^{-8} Watt হারে আপতিত হচ্ছে। প্রতি সেকেন্ডে নির্গত ফটো-ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করো। মনে করো, বেরিয়াম অক্সাইডের উপর আপতিত প্রত্যেকটি ফোটন ফটো-ইলেকট্রিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে। **[CKRUET'23-24]**

(a) 3×10^8 (b) 10^8
(c) 10^{11} (d) 66×10^{18}
(e) 6.6×10^3 ⓒ

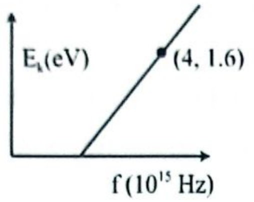
Solⁿ: $\lambda = 6600 \times 10^{-10}m; E = \frac{nhc}{\lambda}$

$\Rightarrow 3 \times 10^{-8} = \frac{nh\times3\times10^8}{6600\times10^{-10}}$

$\therefore n = 9.96 \times 10^{10} \approx 10^{11}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি ফটোতড়িৎ ক্রিয়ার পরীক্ষায় প্রাপ্ত ইলেকট্রনের গতিশক্তি বনাম আপতিত আলোর কম্পাঙ্কের গ্রাফ দেয়া আছে। যদি আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 700 Å হয়, তবে ইলেকট্রন নির্গত হবে কি? **[BUET'25-26]**



Solⁿ: গ্রাফ থেকে, $hf = \frac{hc}{\lambda_0} + E_{k_{max}}$

$\Rightarrow 6.63 \times 10^{-34} \times 4 \times 10^{15} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\lambda_0} +$

$1.6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$\therefore \lambda_0 = 83.013 \times 10^{-9} m = 830.13$ Å

যেহেতু আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 700$Å $< \lambda_0$, তাই ইলেকট্রন নির্গত হবে। **(Ans.)**

02. সিজিয়াম ধাতুর পাতে 4×10^{-7} m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত করে নিবৃত্তি বিভবের মান পাওয়া গেল 2V। 6.8×10^{-7} m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর ক্ষেত্রে নিবৃত্তি বিভবের মান কত হবে? **[RUET'25-26; BUET'24-25]**

Solⁿ: $hf_1 = K_{max} + hf_0 \Rightarrow hf_1 = eV_1 + hf_0$

$\Rightarrow hf_0 = \frac{hc}{\lambda_1} - eV_1$

$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4\times10^{-7}} - 1.6 \times 10^{-19} \times 2$

$\therefore hf_0 = 1.7725 \times 10^{-19}$ J

আবার, $eV_2 = hf_2 - hf_0$

$\Rightarrow V_2 = \frac{\frac{hc}{\lambda_2} - hf_0}{e}$

$= \frac{\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{6.8\times10^{-7}} - 1.7725\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$

$\therefore V_2 = 0.72$ V **(Ans.)**

03. 6600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ (দীপ্তিমান রশ্মি) বেরিয়াম অক্সাইডের একটি স্তরের উপরে 3×10^{-8} Watt হারে আপতিত হচ্ছে। প্রতি সেকেন্ডে নির্গত ফোটো-ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় কর। মনে কর, বেরিয়াম অক্সাইডের উপর আপতিত প্রত্যেকটি ফোটন ফোটো-ইলেকট্রিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে। **[MIST'24-25]**

Solⁿ: আমরা জানি, $E = n \times \left(\frac{hc}{\lambda}\right) t$

t = 1sec

$\Rightarrow E = nh\frac{c}{\lambda}$

$\Rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc}$

$\Rightarrow n = \frac{3\times10^{-8}\times6600\times10^{-10}}{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}$

$\Rightarrow 9.9547 \times 10^{10}$ টি **(Ans.)**

04. সোডিয়াম ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.28 eV। এর উপর ফোটন আপতিত হলে আলোক তড়িৎক্রিয়া সংগঠিত হয়। 4.92V নিবৃত্তি বিভব প্রয়োগ করা হলে ফটোতড়িৎ প্রবাহ শূন্য হয়ে যায়। আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? **[BUTEX'22-23]**

Solⁿ: আমরা জানি,

আপতিত শক্তি = গতিশক্তি$_{max}$ + কার্যাপেক্ষক

⇒ আপতিত শক্তি = নিবৃত্তি বিভবের শক্তি + কার্যাপেক্ষক

$\frac{hc}{\lambda} = e \times 4.92 + e \times 2.28$

$\therefore \lambda = \frac{hc}{e\times(4.92+2.28)}$

$= 1.726 \times 10^{-7}$ m

$= 172.6$ nm **(Ans.)**

05. একটি ধাতুর আলোক তড়িৎ ক্রিয়া 6×10^{14} Hz কম্পাঙ্কের আলোক রশ্মি দ্বারা সুচিত হয় অপর একটি আলোক রশ্মি আপতিত হলে ইলেকট্রন নিঃসরণ থামাতে 3V বিভবের প্রয়োজন হয়। ধাতুটির কার্য আপেক্ষক ও আপতিত রশ্মি কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। **[MIST'22-23]**

Solⁿ: কার্যপেক্ষক, $\varphi = hf_0$

$= (6.63 \times 10^{-34})(6 \times 10^{14})$

$= 3.978 \times 10^{-19}$ J

আবার, $E = K.E_{max} + \varphi$

$\Rightarrow hf = eV + \varphi$ [এখানে $K.E_{max} = eV$]

$\therefore f = \frac{eV+\varphi}{h} = \frac{1.6\times10^{-19}\times3+3.978\times10^{-10}}{6.63\times10^{-4}}$

$= 1.324 \times 10^{15}$ Hz

06. একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 4 eV। ঐ ধাতবপৃষ্ঠে 10^{15} Hz এর আলো আপতিত হলে, আলোক-তড়িৎ ক্রিয়ায় নির্গত ইলেক্ট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ কত হবে? **[BUTEX'21-22]**

Solⁿ: দেওয়া আছে, কার্যাপেক্ষক, $W_0 = 4eV$,

$f = 10^{15}$ Hz এবং $v_{max} = ?$

আমরা জানি, $E = W_0 + E_{K_{max}}$

$\Rightarrow hf = W_0 + \frac{1}{2}mv_{max}^2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = hf - W_0$

$\Rightarrow v_{max}^2 = \frac{2}{m}(hf - W_0)$

$= \frac{2}{9.1\times10^{-31}} \times (6.63 \times 10^{-34} \times 10^{+15} - 4 \times 1.6 \times 10^{-19})$

$= 5.054 \times 10^{10}$

$\therefore v_{max} = 2.248 \times 10^5 ms^{-1}$ **(Ans.)**

07. টাংস্টেন ধাতুতে আলোকতড়িৎ বিচ্ছুরণ সংঘটনের সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 230 nm। উক্ত ধাতুতে কত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেললে নির্গত ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি 1.5 eV হবে? **[BUET'20-21]**

Sol^n: $h\frac{c}{\lambda} = h\frac{c}{\lambda_{max}} + 1.5eV$

$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{230\times10^{-9}} + 2.4 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow \frac{1.98782\times10^{-25}}{\lambda} = \frac{1.98782\times10^{-25}}{230\times10^{-9}} + 2.4 \times 10^{-19}$

$\Rightarrow \frac{1.98782\times10^{-25}}{\lambda} = 1.104 \times 10^{-18}$

$\Rightarrow \lambda = 180 \times 10^{-9}m = 180$ nm **(Ans.)**

08. যখন 250 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলো একটি ফটো সেলের ক্যাথোডে আপতিত হয়, তখন নিবৃত্তি বিভব 4V। যদি আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 300 nm এ বৃদ্ধি করা হয় তাহলে নিবৃত্তি বিভব নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

Sol^n: $\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_{0_1} \ldots\ldots (i)$

$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_{0_2} \ldots\ldots (ii)$

$(i) - (ii) \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2} = e(V_{0_1} - V_{0_2})$

$\Rightarrow 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \left(\frac{1}{250\times10^{-9}} - \frac{1}{300\times10^{-9}}\right)$

$= 1.609 \times 10^{-19}(4 - V_{0_2})$

$\therefore V_{0_2} = 3.176382846$ V **(Ans.)**

09. কোন একটি ধাতুর আলোক তড়িৎ কার্যাপেক্ষক 3.45 eV। সবচেয়ে বেশি কত তরঙ্গদৈর্ঘ্য-বিশিষ্ট ফোটন এই ধাতু থেকে ফটো-ইলেকট্রন নিঃসরণ করতে পারবে? **[RUET'19-20]**

Sol^n: $W = hf_o = \frac{hc}{\lambda_o} = 3.45$ eV

$\Rightarrow \lambda_o = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{3.45\times1.6\times10^{-19}}$

$= 3.601 \times 10^{-7}m$

$= 360.1$ nm **(Ans.)**

10. 3000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি অতি বেগুনি রশ্মি 2.28 eV কার্যাপেক্ষক বিশিষ্ট একটি বস্তুর পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে একটি ইলেকট্রন নির্গত করল। নির্গত ইলেকট্রনের বেগ কত হবে? [$h = 6.62 \times 10^{-34}Js$, ইলেকট্রনের ভর $= 9.1 \times 10^{-31}kg$] **[BUET'18-19]**

Sol^n: দেওয়া আছে, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

$\lambda = 3000 \times 10^{-10}m$

$m = 9.1 \times 10^{-31}kg$

$W_0 = 2.28 eV = 3.648 \times 10^{-19} J$

$[\because 1eV = 1.6 \times 10^{-19}J]$

$\frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{2}mv^2 + W_0$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 2.972 \times 10^{-19}J$

$\therefore v = 8.08 \times 10^5 ms^{-1}$ **(Ans.)**

11. $4 \times 10^{15}Hz$ কম্পাঙ্কের বিকিরণ কোন ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে সর্বোচ্চ $3.6 \times 10^{-19}J$ গতিশক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত হয়। ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কত? **[RUET'17-18, CUET'07-08; KUET'03-04]**

Sol^n: $E_{K_{max}} = 3.6 \times 10^{-19}J$

$f = 4 \times 10^{15}Hz$

$\varphi = ? \therefore hf = E_{K_{max}} + W_0$

$\Rightarrow W_0 = hf - E_{K_{max}}$

$= 6.626 \times 10^{-34} \times 4 \times 10^{15} - 3.6 \times 10^{-19}$

$= 2.29 \times 10^{-18}J$

আমরা জানি, $W_0 = hf_0$

$\Rightarrow f_0 = \frac{2.29\times10^{-18}J}{6.626\times10^{-34}Js}$

$= 3.456 \times 10^{15}Hz$ **(Ans.)**

12. নির্ধারিত তরঙ্গের একটি বিকিরণ কোন ধাতবপৃষ্ঠের উপর আপতিত হলে নিবৃত্ত বিভবের মান 4.8V হয়। উক্ত ধাতবপৃষ্ঠে দ্বিগুণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি বিকিরণ আপতিত হলে নিবৃত্ত বিভবের মান 1.6V পাওয়া যায়। ধাতব পৃষ্ঠটির সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রথমে আপতিত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে কত হবে? **[BUET'16-17]**

Sol^n: $\frac{hc}{\lambda} = W_0 + eV_1$

$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = eV_1 \ldots\ldots\ldots (i)$

এবং $\frac{hc}{2\lambda}-\frac{hc}{\lambda_0}=eV_2 \dots\dots\dots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}}{\frac{1}{2\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}}=\frac{V_1}{V_2}=3$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_0}=\frac{3}{2\lambda}-\frac{3}{\lambda_0}$

$\Rightarrow \frac{1}{2\lambda}=\frac{2}{\lambda_0}$

$\Rightarrow \lambda_0=4\lambda$

or, $\frac{hc}{\lambda}=\frac{hc}{\lambda_0}+4.8e \dots\dots\dots (i)$

$\frac{hc}{2\lambda}=\frac{hc}{\lambda_0}+1.6e \dots\dots\dots (ii)$

$(i)-(ii) \Rightarrow \frac{hc}{2\lambda}=3.2e$

$\therefore \frac{hc}{\lambda}=6.4e \dots\dots\dots (iii)$

$6.4e=\frac{hc}{\lambda_0}+4.8e\,;\ \frac{hc}{\lambda_0}=6.4e \dots\dots\dots (iv)$

$(iii) \div (iv) \Rightarrow \frac{\frac{hc}{\lambda}}{\frac{hc}{\lambda_0}}=\frac{\lambda_0}{\lambda}=\frac{6.4}{1.6}=4$ **(Ans.)**

13. কোন একটি 1.8 eV কার্যাপেক্ষকবিশিষ্ট ধাতুতে 400 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলো আপতিত হলে, নির্গত হওয়া ইলেক্ট্রনগুলোর নিবৃত্তি বিভব কত হবে? নির্গত ইলেক্ট্রনগুলোর সর্বোচ্চ গতিবেগ কত? **[BUET'14-15]**

Sol^n: $\frac{hc}{\lambda}=W_0+E_{k(max)}$

$\Rightarrow \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{400\times10^{-9}}=1.8\times1.6\times10^{-19}+E_{k(max)}$

$\therefore E_{k(max)}=eV=2.089\times10^{-19}$

$\therefore V=1.3059697\ V$ **(Ans.)**

আবার, $E_{k(max)}=\frac{1}{2}m\,(v_{max})^2$

$=2.089\times10^{-19}J$

$\therefore v_{max}=6.7767\times10^{5}ms^{-1}$ **(Ans.)**

14. 2600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো একটি ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে নিঃসৃত ইলেক্ট্রনের সর্বাধিক গতিশক্তি নির্ণয় কর। [ধাতবপৃষ্ঠের কার্যাপেক্ষক 2.3eV] **[RUET'12-13]**

Sol^n: $hf=K_{max}+W_0$

$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda}=W_0+K_{max}$

$\Rightarrow \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2600\times10^{-10}}=2.3\times1.6\times10^{-19}+K_{max}$

$\therefore K_{max}=3.97\times10^{-9}\,J=\frac{3.97\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}eV$

$\therefore K_{max}=2.48\ eV$ **(Ans.)**

15. একটি ধাতব পাতে 1000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট অতিবেগুনী রশ্মি আপতিত হলে যে ইলেকট্রন নিঃসরণ হয় তা বন্ধ করতে হলে 1.2V নিবৃত্তি বিভব প্রয়োগ করতে হয়। আপতিত রশ্মির (a) কম্পাঙ্ক (b) শক্তি এবং (c) ধাতব পাতের কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর। **[CUET'09-10; BUET'03-04]**

Sol^n: (a) $f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3\times10^{8}}{1000\times10^{-10}}=3\times10^{15}Hz$

(b) $E=hf$

$=6.626\times10^{-34}\times3\times10^{15}\approx1.988\times10^{-18}J$

(c) আবার, $E=W_0+K_{max}=W_0+eV_0$

$\Rightarrow 1.987\times10^{-18}=\varphi+(1.6\times10^{-19}\times1.2)$

$\therefore W_0=\frac{1.7958\times10^{-18}}{1.6\times10^{-19}}eV$

$=11.224\ eV$ **(Ans.)**

16. $\lambda=4000Å$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটন কোন ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে সর্বোচ্চ 0.4eV গতিশক্তির ফটোইলেক্ট্রন নির্গত করে। ঐ ধাতুর কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর। **[BUET'07-08]**

Sol^n: $\frac{hc}{\lambda}=W_0+K_{max}$

$[K_{max}=0.4eV=0.4\times1.6\times10^{-19}J]$

$\Rightarrow W_0=\left(\frac{hc}{\lambda}-K_{max}\right)$

$=\left(\frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4000\times10^{-10}}\right)-(0.4\times1.6\times10^{-19})$

$=4.9755\times10^{-19}-0.64\times10^{-19}$

$=4.335\times10^{-19}\,J$

$=2.7059375\ eV$ **(Ans.)**

17. কোন ধাতব পাতের কার্য-অপেক্ষক 4eV। এর উপর $10^{15}Hz$ কম্পাঙ্কের আলোকরশ্মি আপতিত হলে উক্ত ধাতব পাত হতে কোন ইলেকট্রন নিঃসৃত হবে কি? যদি ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, তবে কত গতি নিয়ে ইলেকট্রন নিঃসৃত হতে পারে? **[CUET'08-09]**

Sol^n: $W_0=4eV$

$\therefore hf_o=4\times1.6\times10^{-19}V$

$\therefore f_o=9.66\times10^{14}Hz$

$\therefore f_o<f \therefore e$ নিঃসৃত হবে।

$\therefore \frac{1}{2}mv^2=hf-hf_o$

$\therefore v=\sqrt{\frac{2}{m}(hf-hf_o)}$

$=2.224\times10^{5}ms^{-1}$ **(Ans.)**

T-06: ডি ব্রগলি তরঙ্গ এবং কণার ভরবেগ

কনসেপ্ট রিভিউ

- ডি ব্রগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$

  এখানে, h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, p = কণার ভরবেগ, v = কণার বেগ, m = কণার ভর
- ফোটনের ভরবেগ, $p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$

  এখানে, E = ফোটনের শক্তি, c = আলোর বেগ, h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, λ = কণার তরঙ্গদৈর্ঘ্য
- মোট শক্তি, $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$ [ফোটনের জন্য, $m_0 = 0$]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. প্রতিটি ইলেকট্রনের ভরবেগ– **[BUTEX'15-16]**

(a) $P = \frac{h\lambda}{c}$ (b) $P = \frac{hc}{\lambda}$

(c) $P = \frac{h}{\lambda}$ (d) $P = \frac{h}{2}$ ⓒ

02. ডি-ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমীকরণ কোনটি? **[BUTEX'15-16]**

(a) $\lambda = \frac{h}{p}$ (b) $\lambda = \frac{h}{v}$

(c) $\lambda = \frac{h}{c}$ (d) $\lambda = \frac{p}{h}$ ⓐ

03. শূন্য ভর এবং E শক্তি বিশিষ্ট কনার ভরবেগ হল- **[BUET'12-13]**

(a) Ec (b) Ec^2

(c) $\sqrt{EC}$ (d) $\frac{E}{c}$ ⓓ

Sol^n^: We know that General Formula

$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4; m_0 = 0$

$\therefore E^2 = p^2c^2 \Rightarrow p = \frac{E}{c}$

04. একটি 10eV ইলেকট্রনের De Broglie তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য হবে- **[BUET'11-12]**

(a) 1240Å (b) 1Å

(c) 3.88Å (d) 0.55Å ⓒ

Sol^n^: $\frac{p^2}{2m_0} = E$

$\therefore p = \sqrt{2m_0E}$

$\therefore \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m_0E}} = 3.88\text{Å}$

05. 600nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের ভরবেগ হল- **[BUET'11-12]**

(a) $3 \times 10^{-34}\text{kgms}^{-1}$ (b) $2.2 \times 10^{-26}\text{kgms}^{-1}$

(c) $1.1 \times 10^{-27}\text{kgms}^{-1}$ (d) $3.1 \times 10^{-28}\text{kgms}^{-1}$ ⓒ

Sol^n^: $p = \frac{h}{\lambda} = 1.1 \times 10^{-27}\text{kgms}^{-1}$

T-07: কম্পটন প্রভাব ও হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- **কম্পটন প্রভাব:** একবর্ণী এক্স রশ্মির বিক্ষেপণের জন্য বিক্ষিপ্ত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য তথা কম্পাঙ্কের পরিবর্তন ঘটে। এ ক্রিয়াকে কম্পটন ক্রিয়া বা প্রভাব বলে।

  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\varphi)$

  এখানে, λ = আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য; λ' = বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য; $m_0 = e^-$ এর ভর $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg

  φ = ফোটন যে কোণে বিক্ষিপ্ত হয়; $\Delta\lambda$ = তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন
- **হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি:** কোনো কণার অবস্থান এবং ভরবেগ যুগপৎ সম্পূর্ণ নিশ্চয়তার সাথে পরিমাপ করা যায় না।
- নিম্নের গাণিতিক সম্পর্ক দ্বারা অনিশ্চয়তা নীতি প্রকাশ করা যায়। $\boxed{\Delta x.\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}}$ [এখানে $\frac{h}{2\pi} = \hbar$ (প্ল্যাঙ্কের হ্রাসকৃত ধ্রুবক)]

একইভাবে, y ও z অক্ষের জন্য, (i) $\Delta y\,.\,\Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}$ (ii) $\Delta z\,.\,\Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$

সুতরাং, অবস্থান ও ভরবেগের অনিশ্চয়তার মধ্যে ব্যস্তানুপাতিক সম্পর্ক রয়েছে। একটির অনিশ্চয়তা কমাতে গেলে আরেকটি বেড়ে যায়।

- কোনো বস্তুর শক্তির ও সময়ের ক্ষেত্রেও এ সম্পর্ক প্রযোজ্য। সময় শক্তি অনিশ্চয়তা হলো,

$$\boxed{\Delta E.\Delta t \geq \frac{h}{2}}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি ইলেকট্রনের অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δx এবং ভরবেগের অনিশ্চয়তা ΔP। (i) $\Delta x = 0$ হলে $\Delta p = ?$ (ii) $\Delta x = \infty$ হলে $\Delta p = ?$ **[SUST'18-19]**

(a) $0, \infty$
(b) $\infty, \frac{h}{2}$
(c) $0, \frac{h}{2}$
(d) $\infty, 0$
(e) $\frac{h}{2}, 0$

ⓓ

Sol^n: $\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$ (i) $\Delta x = 0$ হলে $\Delta p = \infty$

(ii) $\Delta x = \infty$ হলে $\Delta p = 0$

02. একটি এক্সরে ফোটন এর প্রাথমিক কম্পাঙ্ক $3 \times 10^{19}\,\text{sec}^{-1}$। ফোটন একটি ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষ করে 90° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। নতুন কম্পাঙ্ক কত? **[KUET'15-16]**

(a) $3 \times 10^9\,\text{s}^{-1}$
(b) $2.41 \times 10^{19}\,\text{s}^{-1}$
(c) $2.4 \times 10^{12}\,\text{s}^{-1}$
(d) $1.24 \times 10^{11}\,\text{s}^{-1}$
(e) $1.42 \times 10^{19}\,\text{s}^{-1}$

ⓑ

Sol^n: $c = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta)$$

$$\Rightarrow \lambda' - \frac{c}{f} = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos 90^\circ)$$

$$\Rightarrow \lambda' = 1.242 \times 10^{-11}\text{m}$$

$$\therefore f' = \frac{c}{\lambda'} = 2.41 \times 10^{19}\text{Hz}$$

$$= 2.41 \times 10^{19}\text{s}^{-1}$$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.43×10^{-12} m এবং ফোটনের আদি কম্পাঙ্ক 10^{20}Hz, ইলেকট্রন যদি সংঘর্ষের পর 90° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়, তবে সংঘর্ষের পর ফোটনের গতিশক্তি কত? **[KUET'25-26]**

Sol^n: $\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos\phi)$

$$= 2.43 \times 10^{-12} \times (1 - \cos 90^\circ)$$

$$\therefore \Delta\lambda = 2.43 \times 10^{-12}\text{m}$$

$$\therefore \lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda = \left[\frac{3\times10^8}{1\times10^{20}} + 2.43 \times 10^{-12}\right]\text{m}$$

$$= 5.43 \times 10^{-12}\text{m}$$

$$\therefore E = \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{5.43\times10^{-12}}$$

$$= 3.661 \times 10^{-14}\text{J}$$ **(Ans)**

02. 0.40Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের X-ray ফোটন একটি নিশ্চল ইলেকট্রনকে আঘাত করলে 90° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[BUTEX'19-20]**

Sol^n: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta)$

$$\Rightarrow \lambda' = 0.4 \times 10^{-10} + \frac{6.626\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times3\times10^8} \times (1 - \cos 90^\circ)$$

$$= 4.2427 \times 10^{-11}\text{m}$$

$$= 0.42427\text{Å}$$ **(Ans.)**

03. 0.40 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটন স্থিরঅবস্থায় থাকা একটি ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষের পর ফোটনটি পূর্বের গতিপথের সাপেক্ষে 150° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়। বিক্ষিপ্ত ফোটনের বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[BUET'17-18]**

Sol^n: দেওয়া আছে,

$\lambda_0 = 0.4\text{nm} = 4 \times 10^{-10}\text{m}$
$m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg
$h = 6.626 \times 10^{-34}$Js
$\theta = 150^\circ$

ধরি, বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $= \lambda'$

সুতরাং, $\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta)$

$$\Rightarrow \lambda' = \lambda_0 + \frac{h}{m_0 c}(1 - \cos\theta)$$

$$= 4 \times 10^{-10} + \frac{6.626\times10^{-34}}{9.1\times10^{-31}\times3\times10^8}(1 - \cos 150^\circ)$$

$$= 4.045 \times 10^{-10}\text{m}$$

$$= 0.4045\text{ nm}$$ **(Ans.)**

বিক্ষিপ্ত ফোটনের বেগ $= c = 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

T-08: বিবিধ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. At what net rate does heat radiate from a 275 m^2 black roof on a night when the roof's temperature is 30.0°C, and the surrounding temperature is 15.0°C? The emissivity of the roof is 0.90 [Stefan-Boltzmann Constant $= 5.67 \times 10^{8}\ Js^{-1}m^{-2}K^{-4}$] **[IUT'23-24]**

(a) -5.11×10^3 W (b) 4.18×10^4 W
(c) 6.54×10^5 W (d) -2.17×10^4 W ⓓ

Sol^n: $E = \sigma e A(T_2^4 - T_1^4)$
$= 5.67 \times 10^{-8} \times 0.9 \times 275 \times (288^4 - 303^4)$
$= -2.17 \times 10^4$ W

02. জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর ক্ষেত্রে সত্য কোনটি? **[BUET'21-22]**

(a) নিউটনীয় গতিসূত্র মানে (b) অসম বেগে চলে
(c) জড়তার সূত্র মানে না (d) ত্বরণ আছে ⓐ

03. ইলেকট্রনের এন্টিপার্টিকেল হল- **[BUET'12-13]**

(a) প্রোটন (b) নিউট্রন
(c) পজিট্রন (d) এন্টি প্রোটন ⓒ

Sol^n: পজিট্রন: $e^+/B^+/e^-$ (অর্থাৎ opposite of e^-),
এন্টি প্রোটন ($\bar{p}$)

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. আলোকে তরঙ্গ না কণা হিসেবে বিবেচনা করা যায়? **[CUET'09-10]**

Sol^n: আলোক তরঙ্গ ও কণা উভয়ভাবেই বিবেচনা করা যায়।

02. গামা রশ্মির ভর কত? **[BUTEX'09-10]**

Sol^n: শূন্য।

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. কোনো তাপমাত্রায় একটি অণুর গতিশক্তি 5890 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ফোটনের গতিশক্তির সমান হবে? [$k = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}, h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js] [ইস্হাক স্যার]

(a) 1.5×10^3 K (b) 1.78×10^3 K
(c) 1.63×10^4 K (d) 1.69×10^4 K

02. আপতিত আলোর দুটি ভিন্ন কম্পাঙ্কের জন্য কোনো ধাতু পৃষ্ঠের নিবৃত্তি বিভবের অনুপাত 1 : 4। ফটোইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগের অনুপাত কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 4 : 1 (b) 2 : 1 (c) 1 : 4 (d) 1 : 2

03. 3500Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দুটি ধাতু A এবং B এর উপর আপতিত হয় যেখানে কার্য অপেক্ষক হল যথাক্রমে 4.2eV এবং 1.9eV। ফটোইলেকট্রন নিঃসৃত হবে কার দ্বারা?

(a) A ধাতুটি দ্বারা (b) B ধাতুটি দ্বারা
(c) উভয়টি দ্বারা (d) কোনটিই নয়

04. 5kV বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেকট্রন যে চূড়ান্ত বেগ প্রাপ্ত হয় তা কত?

(a) $4.2 \times 10^7 ms^{-1}$ (b) $1.3 \times 10^9 ms^{-1}$
(c) $4.3 \times 10^9 ms^{-1}$ (d) $1.3 \times 10^7 ms^{-1}$

05. একটি আলোর উৎস দর্শকের দিকে $\frac{c}{5}$ বেগে গতিশীল। দর্শকের কাছে আলোর বেগ কত হবে?

(a) $\frac{6c}{5}$ (b) $\frac{c}{5}$
(c) c (d) $\frac{2c}{5}$

06. আপতিত আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পেলে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তি–

(a) বাড়বে (b) কমবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) বলা সম্ভব না

07. যদি একটি নিউট্রনকে সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তবে কত শক্তি পাওয়া যাবে? ইলেকট্রন ভোল্টে এ শক্তির মান কত? [নিউট্রনের ভর $= 1.674 \times 10^{-27}$kg এবং $1eV = 1.6 \times 10^{-19}$J]

(a) 9.41×10^8eV (b) 9.51×10^8eV
(c) 9.416×10^8eV (d) কোনোটিই নয়

MCQ উত্তরমালা

01. c	02. d	03. b	04. a	05. c	06. c	07. c

08. একটি স্প্রিং এর ভর 3 kg। এর সাথে 11 kg ভরের একটি বস্তু মেলানো হল এবং দোলন শুরু হল। স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $k = 3\pi^2\ \text{Nm}^{-1}$ তাহলে, এই পুরো সিস্টেম 0.6c বেগে গতিশীল হলে পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের কাছে এর দোলন কাল কত হবে?

(a) 4 sec (b) 5 sec
(c) 8 sec (d) $\frac{20}{3}$ sec

09. দুই মিটার দীর্ঘ একটি দণ্ডকে $2.5 \times 10^7\ \text{ms}^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা হল। এর দৈর্ঘ্য কত কমেছে বলে মনে হবে?

(a) 6.96 mm (b) 1.993 m
(c) 1 m (d) 4.73 cm

10. কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত ফোটনের শক্তি কার্য অপেক্ষকের দ্বিগুণ। আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কতগুণ করলে দ্রুততম ফটোইলেকট্রনের গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) $\frac{3}{2}$ গুণ (b) $\frac{2}{3}$ গুণ (c) $\frac{1}{2}$ গুণ (d) 2 গুণ

11. একটি ধাতব পৃষ্ঠ থেকে নিঃসৃত ইলেকট্রনের সর্বাধিক বেগ কত হলে নিবৃত্ত বিভব পার্থক্য 0.96 eV হবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) $8.21 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$ (b) $5.81 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$
(c) $5.72 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$ (d) $5.63 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$
(e) $4.28 \times 10^5\ \text{ms}^{-1}$

12. দুটি ফোটন কণা c বেগে পরস্পরের অভিমুখে ধাবিত হলে তাদের আপেক্ষিক বেগ কত? [তপন স্যার]

(a) 0 (b) 2c (c) $\frac{c}{2}$ (d) c

13. 100 m বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গাকার মাঠের দৈর্ঘ্য বরাবর একটি নভোযান 0.9c বেগে চললে নভোযানের কোনো যাত্রী মাঠটির ক্ষেত্রফল কত পরিমাপ করবে? [ইস্হাক স্যার]

(a) $43.59\ \text{m}^2$ (b) $229.42\ \text{m}^2$
(c) $4359\ \text{m}^2$ (d) $22942\ \text{m}^2$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তীপ্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি ইলেকট্রনের নিশ্চল ভর $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg। ইলেকট্রনটি 0.6c দ্রুতিতে গতিশীল।

14. উদ্দীপক অনুসারে চলমান ভর ও নিশ্চল ভরের অনুপাত কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 0.8 : 1 (b) 1.25 : 1
(c) 1.56 : 1 (d) 1.58 : 1

15. 10 MeV গতিশক্তি নিয়ে চলমান ইলেকট্রনের ভর কত? [তপন স্যার]

(a) m_0 (b) $10m_0$
(c) $0.2051m_0$ (d) $19.51m_0$

MCQ উত্তরমালা

08. b	09. a	10. b	11. b
12. d	13. c	14. b	15. d

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. এক্স-রশ্মি নলে প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য 6 kV হলে প্রবাহমাত্রা 2 mA হয়। [ইস্হাক স্যার]

(i) লক্ষ্যবস্তুতে সেকেন্ডে আপতিত ইলেকট্রন সংখ্যা কত? **[Ans. 1.25×10^{16} টি]**

(ii) আপতিত ইলেকট্রনের বেগ কত? **[Ans. $4.5934 \times 10^7\ \text{ms}^{-1}$]**

(iii) নলে উৎপন্ন ক্ষমতা নির্ণয় করো। **[Ans. 12 W]**

02. ধরো 370 আলোক বর্ষ দূরে অবস্থিত প্রাণীর বসবাস উপযোগী একটি গ্রহের সন্ধান পেয়ে নাসার বিজ্ঞানীরা 50 বছর বয়সী একটি কাছিমকে 0.7 c বেগে চলমান নভোযানে করে ঐ গ্রহের উদ্দেশ্যে পাঠায়। কাছিমের ভর 30 kg এবং গড় আয়ু 450 বছর। [1 আলোক বর্ষ = 9.46×10^{15} m] [তপন স্যার]

(i) চলন্ত অবস্থায় কাছিমের শক্তি নির্ণয় করো। **[Ans. 3.781×10^{18} J]**

(ii) কাছিমটি জীবিত অবস্থায় ঐ গ্রহে পৌঁছাতে সক্ষম হবে কিনা যাচাই করো। **[Ans. জীবিত অবস্থায় পৌঁছাবে]**

03. 50 মিনিটে শেষ করার জন্য একজন অধ্যাপক তাঁর ঘড়ি দেখে একজন ছাত্রকে একটি পরীক্ষা করতে দিলেন। ছাত্র এবং অধ্যাপক পরস্পর 0.98 c আপেক্ষিক বেগে চলছে। যখন অধ্যাপক বললেন 'সময় শেষ' তখন ছাত্রের পরিমাপে অধ্যাপকের ঘড়িতে কত সময় অতিবাহিত হয়েছে? [সেলু স্যার] **[Ans. 251.26 min]**

04. একজন ডাক্তার বললেন তিনি $80\ \text{km h}^{-1}$ বেগে গাড়ি চালিয়ে 120km দূরত্বে একটি হাসপাতালে পৌঁছে একজন রোগী দেখতে (দেখে শেষ করতে) তার মোট সময় লেগেছে 1 hour 15 min। ডাক্তার সাহেবের বক্তব্য কতটুকু সঠিক? [ধরো, $c = 100\ \text{km h}^{-1}$] **[Ans. ডাক্তারের বক্তব্য সঠিক]**

05. 500 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান্তরাল একবর্ণী আলোকরশ্মি একটি পূর্ণাঙ্গ শোষণ ক্ষমতার তলে আপতিত হলো। প্রতি সেকেন্ডে একক ক্ষেত্রফলে 10 J শক্তি থাকলে–

(i) তল দ্বারা শোষিত (প্রতি সেকেন্ডে) ফোটনের সংখ্যা নির্ণয় করো। **[Ans. 2.52×10^{19}]**

(ii) আলোকরশ্মি দ্বারা তলে প্রযুক্ত বল কত? **[Ans. 3.33×10^{-8} N]**

06. প্রারম্ভিক স্থির অবস্থান হতে একটি সোডিয়াম পরমাণু হলুদ বর্ণের একটি ফোটন নিঃসৃত করে ফোটনের বিপরীত দিকে পশ্চাদপসরণ করল। পরমাণুর পশ্চাদপসরণের বেগ নির্ণয় করো। [$\lambda = 589 \times 10^{-9}\text{m},\ m_{Na} = 3.8 \times 10^{-26}$ kg] **[Ans. $0.029\ \text{ms}^{-1}$]**

07. একটি বর্গের বাহুর দৈর্ঘ্য $4\sqrt{2}$ মিটার, একটি রকেট $0.6c$ বেগে বর্গের কর্ণ বরাবর গতিশীল হলে রকেট আরোহীর নিকট বর্গটি কী আকৃতির মনে হবে? এবং তার ক্ষেত্রফলই বা কত পরিমাপ করবেন? **[Ans. রম্বস আকৃতির, 25.6 বর্গমিটার]**

08. এক বিজ্ঞানী একখণ্ড রেডিয়াম নিয়ে 0.6 c বেগে গতিশীল রকেটে চড়ে মহাশূন্যে রওনা দিলেন। তারপর কয়েক বছর মহাশূন্যে কাটিয়ে যখন পৃথিবীতে ফিরলেন, তখন দেখা গেল, 1.25% রেডিয়াম ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে, রেডিয়ামের অর্ধায়ু যদি 2284 বছর হয়, তাহলে পৃথিবীর হিসেবে বিজ্ঞানী কত বছর মহাকাশে ছিলেন? **[Ans. 51.81 বছর (প্রায়)]**

09. একটি মিউওন কণার গড় আয়ু 2×10^{-8} sec। যখন এটি পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে স্থির অবস্থায় থাকে। ধরা যাক, ভূপৃষ্ঠের একটি ল্যাবরেটরি হতে 30 মিটার উপরে কোন প্রাকৃতিক কারণে একটি মিউওন কণার সৃষ্টি হল এবং তা ল্যাবরেটরির দিকে সরাসরি 0.995 c বেগে ধাবিত হল। এটি কি ল্যাবরেটরিতে আঘাত করতে সক্ষম হবে? পৃথিবীবাসী ও মিউওন কণা উভয়ের সাপেক্ষে ব্যাপারটি বর্ণনা কর।

[Ans. আঘাত করতে পারবে]

10. একটি স্থির কাঠামোতে 5 s সময়ের ব্যবধানে 9×10^5 km দূরে দুটি ঘটনা সংঘটিত হয়। যে গতিশীল কাঠামোতে ঘটনা দুটি একই জায়গায় ঘটতে দেখা যাবে, তাতে 2 kg নিশ্চল ভরের বস্তুর গতিশক্তি কত হবে? **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 4.5×10^{16} J]

11. একটি ইলেকট্রনের মোট শক্তি 1533 MeV। এটি পৃথিবী থেকে 26 *ly* দূরে কোনো একটি নক্ষত্রের উদ্দেশ্যে রওনা দিল। ইলেকট্রনের সাপেক্ষে এই দূরত্ব কতখানি মনে হবে? **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 8.6815×10^{-3} আলোকবর্ষ]

12. 1.5 m দৈর্ঘ্যের একটি দণ্ড নিশ্চল অবস্থায় S প্রসঙ্গ কাঠামোতে x অক্ষের সাথে 45° কোণে রাখা আছে। 0.98c বেগে x-অক্ষ বরাবর গতিশীল S′ কাঠামোর সাপেক্ষে দণ্ডটির দৈর্ঘ্য ও অবস্থান কোণ কত হবে? **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 1.08m, 78.7°]

13. ভূপৃষ্ঠ হতে 120 km উচ্চতায় একটি পাইওন কণার সৃষ্টি হল। সেই পাইওন কণার মোট শক্তি 1.35×10^5MeV এবং স্থির অবস্থা শক্তি 139.6 MeV। পাইওনের নিজের সাপেক্ষে তার আয়ুকাল মাত্র 35 ns , তাহলে, ভূ-পৃষ্ঠের একজন পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় পাইওন কণাটি ধ্বংস প্রাপ্ত হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 109.846 km]**

14. একটি সেকেন্ড দোলককে পানিতে ডোবানো হল। দেওয়া আছে, দোলকের ববের ঘনত্ব 7640 kgm^{-3}। এ অবস্থায় দোলককে দুলতে দেওয়া হল, 0.8c বেগে এই সমগ্র সিস্টেমটিকে গতিশীল করা হলে পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে দোলকের দোলন কাল কত? যদি এই সমগ্র সিস্টেমটি পৃথিবীতে স্থির অবস্থায় থাকত, তাহলে 0.8c বেগে গতিশীল কোন নভোযানের ঘড়িতে 5 mn অতিবাহিত হলে দোলকটি কতগুলো পূর্ণদোলন সম্পন্ন করত?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01] [Ans. 3.576s, 233 টি]

15. মানুষ 10^{-10} Wm^{-2} ন্যূনতম মানের আলোর তীব্রতা সহ্য করতে পারে। চোখের তারার ক্ষেত্রফল 0.4 cm^2 এবং আলোকের কম্পাঙ্ক 6×10^{14} Hz হলে, আমাদের চোখে প্রতি সেকেন্ড কতগুলো ফোটন প্রবেশ করবে?

[ইস্হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. 10^4 টি]

16. 1000 kg ভরের একটি গাড়ির বেগ 20 ms^{-1} থেকে বৃদ্ধি করে 30 ms^{-1} করতে যে শক্তি লাগে, সেই পরিমাণ শক্তি 2.7×10^{-27} kg ms^{-1} ভরবেগবিশিষ্ট কতগুলি ফোটনের শক্তির সমষ্টির সমান? এবং এই শক্তি দ্বারা $k = 50 \times 10^4$ Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট স্প্রিংকে কতটুকু সংকুচিত করা যাবে? **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-03] [Ans. 3.08642×10^{23} টি, 1 m]

17. 400nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো 1.5mW এর কোনো ফটো তড়িৎ কোষের উপর আপতিত হলো। যদি আপতিত ফোটনের 0.1% ফটোইলেকট্রন উৎপন্ন করে তবে কোষে তড়িৎ প্রবাহ কত হবে? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05]**

[Ans. 4.83×10^{-7}A]

18. একটি ধাতব পৃষ্ঠে 248 nm এবং 310 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেলা হলো। এই তরঙ্গদৈর্ঘ্যগুলোর জন্য আলোক-ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ দ্রুতি যথাক্রমে u_1 এবং u_2। যদি $u_1 : u_2 = 2 : 1$ হয় , তবে ধাতুটির কার্য অপেক্ষক কত?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-05] [Ans. 3.67 eV]

19. 100 pm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক্স-রে একটি কার্বন টার্গেট থেকে বিক্ষিপ্ত হয়। আপতিত রশ্মির সাথে 90° কোণে বিক্ষিপ্ত বিকিরণ পর্যবেক্ষণ করা হয়। প্রতিক্ষিপ্ত ইলেকট্রনট কত গতিশক্তি প্রাপ্ত হয়? **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07] [Ans. 294 eV]**

20. একটি নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 10^{-14} m এবং একটি ইলেকট্রনের শক্তি 4 MeV (পরীক্ষালব্ধ ফল)। গাণিতিকভাবে দেখাও যে, নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।

[সেলু স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-07]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (c);** $\frac{3}{2}\,kT = \frac{hc}{\lambda}$

$$\Rightarrow T = \frac{2hc}{3\lambda k} = \frac{2\times6.626\times10^{-34}}{3\times1.38\times10^{-23}\times5890\times10^{-10}}$$

$$\therefore T = 16303\ K = 1.63\times10^{4}\ K$$

02. **Sol^n: (d);** $eV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{V_1}{V_2}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = 1:2$$

03. **Sol^n: (b);** $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3500\times10^{-10}\times1.6\times10^{-19}}$$

$$= 3.549\ eV > 1.9\ eV$$

04. **Sol^n: (a);** ইলেকট্রনের গতিশক্তি $= m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right) = eV$

$$\Rightarrow 9.1\times10^{-31}\times9\times10^{16}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right) = 5000e$$

$$\therefore v = 4.163\times10^{7}\ ms^{-1}$$

05. **Sol^n: (c);** আলোর বেগ শূন্যমাধ্যম যে কোন দর্শকের সাপেক্ষে c ই থাকবে।

06. **Sol^n: (c);** আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক, অর্থাৎ, আপতিত আলোর শক্তি বাড়ালে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তি বাড়ে,

কেননা, $\frac{1}{2}mv^2 = h\upsilon - \varphi$ আপতিত আলোর তীব্রতার সাথে নির্গত ইলেকট্রনের গতিশক্তির কোন সম্পর্ক নেই।

07. **Sol^n: (c);** $E = mc^2 = 1.674\times10^{-27}\times9\times10^{16}\ J$

সুতরাং, নির্ণেয় শক্তি eV এককে হবে,

$$\frac{1.674\times10^{-27}\times9\times10^{16}}{1.6\times10^{-19}} = 9.416\times10^{8}\ eV$$

08. **Sol^n: (b);** স্প্রিং এর ভর যদি গণ্য না হয়, বরং স্প্রিং এর ভর যদি m_s হয় এবং স্প্রিং এর সাথে ঝোলানো ভর m হয়।

তাহলে, কার্যকরী ভর, $m_{effective} = \left(m+\frac{m_s}{3}\right)$

অর্থাৎ, স্প্রিং এর ভরের এক-তৃতীয়াংশ ঝোলানো ভরের সাথে যোগ করতে হবে।

তাহলে, সিস্টেমটির দোলনকাল হবে,

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m+\frac{m_s}{3}}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{11+\frac{3}{3}}{3\pi^2}} = 4\ sec$$

পুরো সিস্টেম 0.6c বেগে গতিশীল হলে পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে এর দোলনকাল হবে, $T = \frac{T_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{4}{\sqrt{1-0.6^2}} = 5\ s$

09. **Sol^n: (a);** $\Delta l = l_0 - l' = l_0\left(1-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$

$$= 2\times\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2.5\times10^{7}}{3\times10^{8}}\right)^2}\right) = 6.95\ mm$$

13. **Sol^n: (c);** দৈর্ঘ্য বরাবর নভোযানের বেগ, $v_x = 0.9\,c$। যেহেতু নভোযানটি বর্গাকার মাঠে দৈর্ঘ্য বরাবর যাচ্ছে। তাই সঙ্গত কারণেই প্রস্থের উপর প্রভাব পড়বে না। অর্থাৎ মাঠের প্রস্থ b অপরিবর্তিত থাকবে।

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য},\ l' = l_0\sqrt{1-\left(\frac{v_x}{c}\right)^2} = 100\sqrt{1-0.9^2}\ m = 43.59\ m$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্রফল} = l'b = 100\times43.59m^2 = 4359\ m^2$$

14. **Sol^n: (b);** $\frac{E}{E_0} = \frac{mc^2}{m_0c^2} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.25$

15. **Sol^n: (d);** $E = mc^2$

$$\Rightarrow 10\times10^{6}\times1.6\times10^{-19} = m\times(3\times10^{8})^2$$

$$\Rightarrow m = 1.778\times10^{-29} \Rightarrow m = 19.51m_0$$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (i)** $I = \frac{ne}{t}\,[t = 1\ s]$

$\therefore n = \frac{I}{e} = \frac{2\times10^{-3}}{1.6\times10^{-19}} = 1.25\times10^{16}$ টি **(Ans.)**

(ii) গতিশক্তি, $\frac{1}{2}\,mv^2 = eV$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times6\times10^{3}}{9.1\times10^{-31}}}$$

$\therefore v = 4.5934\times10^{7}\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

(iii) ক্ষমতা, $P = VI = (6\times10^{3}\times2\times10^{-3}) = 12\ W$ **(Ans.)**

02. **Sol^n: (i)** চলন্ত অবস্থায় শক্তি,

$$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{30\times(3\times10^{8})^2}{\sqrt{1-0.7^2}}$$

$= 3.781\times10^{18}\ J$ **(Ans.)**

(ii) গ্রহের দূরত্ব, $d_0 = 370\ ly$

কাছিমের গতিশীল অবস্থায় দূরত্ব,

$$d = d_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 370\times\sqrt{1-0.7^2}\ ly = 264.233\ ly$$

যেতে সময় লাগবে, $t = \frac{d}{v} = \frac{264.233}{0.7}\ year = 377.48\ year$

যাওয়ার পর বয়স $= (50+377.48)$

$= 427.48\ year < 450\ year$

$\therefore$ জীবিত অবস্থায় পৌঁছাবে। **(Ans.)**

03. **Sol^n:** এখানে, $t_0 = 50\ min;\ v = 0.98c;\ t = ?$

$\therefore t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{50\ min}{\sqrt{1-0.98^2}} = 251.26\ min$ **(Ans.)**

04. **Sol^n:** আমাদের হিসাব মতে,

120 km যেতে ডাক্তারের সময় লাগবে, $\frac{120}{80}\,h = 1.5\ h$

$= 1\ h\ 30\ mins$

[কিন্তু ডাক্তার যেহেতু আলোর কাছাকাছি বেগে গতিশীল তাই এক্ষেত্রে আপেক্ষিকতা ব্যবহার করতে হবে]

আমরা আগে দেখি ডাক্তার আদৌ পৌঁছাতে পারে কি না।

এখানে, t_0 = ডাক্তারের হিসাবকৃত সময় $= 1\ \text{hr}\ 15\ \text{mins} = 1.25\ \text{h}$

$v = 80\text{kmh}^{-1}, c = 100\ \text{km h}^{-1}$

t = আমাদের হিসাবকৃত সময় =?

$\therefore t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1.25}{\sqrt{1-\left(\frac{80}{100}\right)^2}} = 2.08\ \text{hour}$

∴ এই সময়ে ডাক্তার যে দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে তা হল,

$x = vt = 80 \times 2.08 = 166.7\ \text{km}$

কাজেই 120km যাওয়ার পরও তার হাতে প্রচুর সময় থাকবে যা তিনি রোগী দেখায় ব্যয় করতে পারেন। ∴ ডাক্তারের বক্তব্য সঠিক **(Ans.)**

05. **Sol^n: (i)** প্রতি ফোটনের শক্তি,

$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.634\times10^{-34}\times3\times10^8}{500\times10^{-9}}$

$= 3.98 \times 10^{-19}\ \text{J} = 2.48\ \text{eV}$

প্রতি সেকেন্ডে একক ক্ষেত্রফলে 10 J শক্তির জন্য যদি 2.48 eV শক্তির 'n' সংখ্যাক ফোটন দায়ী থাকে তবে,

$n \times 2.48\ \text{eV} = 10\ \text{J} \Rightarrow n \times 3.98 \times 10^{-19}\text{J} = 10\ \text{J}$

$\therefore n = 2.52 \times 10^{19}$ **(Ans.)**

(ii) একটি ফোটনের রৈখিক ভরবেগ,

$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hf}{c} = \frac{E}{c}$ ∴ n সংখ্যক ফোটনের মোট ভরবেগ,

$p_{\text{Total}} = n \times p = n \times \frac{E}{c} = \frac{10}{3\times10^8} = 3.33 \times 10^{-8}\ \text{Ns}$

যেহেতু তলটি শতভাগ শোষণ ক্ষমতা সম্পন্ন, তাই সবগুলো ফোটনই তলে শোষিত হবে।

∴ তলে প্রযুক্ত বল, $F = \frac{dp}{dt} = \frac{3.33\times10^{-8}}{1}$

$= 3.33 \times 10^{-8}\ \text{N}$ **(Ans.)**

06. **Sol^n:** আমরা জানি, ফোটনের ভরবেগ,

$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}}{589\times10^{-9}} = 1.12 \times 10^{-27}\ \text{kg ms}^{-1}$

ভরবেগ সংরক্ষণের জন্য পরমাণুটি অবশ্যই এ ভরবেগে বিপরীত দিকে পশ্চাদপসরণ করবে।

সুতরাং, পরমাণুর ভরবেগ, $m_{\text{Na}}v = 1.12 \times 10^{-27}\ \text{kgms}^{-1}$

$\Rightarrow v = \frac{1.12\times10^{-27}}{3.8\times10^{-26}}\text{ms}^{-1} = 0.029\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** বর্গের বাহুর দৈর্ঘ্য $4\sqrt{2}$ মিটার।

সুতরাং, কর্ণের দৈর্ঘ্য $= \sqrt{2} \times 4\sqrt{2} = 8$ মিটার

এখন, বর্গের কর্ণদ্বয় পরস্পরের লম্ব, ফলে রকেটটি তার বেগ বরাবর যে কর্ণ সেটিকে সংকুচিত দেখবে।

এবং ঐ কর্ণটির দৈর্ঘ্য পরিমাপ করবে $= 8 \times \sqrt{1 - 0.6^2}$ মিটার

$= 6.4$ মিটার

কিন্তু তার বেগের লম্ব বরাবর যে কর্ণ সেটির দৈর্ঘ্য তার সাপেক্ষে অপরিবর্তিত থাকবে। ফলে, বর্গটি রকেটের বেগের দিকের কর্ণ বরাবর চেপে আসবে এবং তা তার কাছে রম্বস বলে মনে হবে।

এখন, রম্বসের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times$ কর্ণদ্বয়ের গুণফল

$= \frac{1}{2} \times 6.4 \times 8$ বর্গমিটার $= 25.6$ বর্গমিটার

08. **Sol^n:** ধরি, রকেটের সাপেক্ষে t বছর মহাশূন্যে ছিলেন।

তাহলে, $N = N_0\, e^{-\lambda t}$

[খেয়াল করো, 1.25% ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়া মানে, 98.75% অক্ষত থাকা]

$\Rightarrow 0.9875\, N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$

$\therefore \quad (0.9875) \times \frac{1}{\lambda}$ বছর $= -\frac{1}{\lambda}\ln(0.9875)$ বছর

আবার, $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} \therefore t = -\ln(0.9875)\,\frac{t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = 41.45$ বছর

সুতরাং, রকেটের সাপেক্ষে সময় $t_0 = 41.45$ বছর

যেহেতু, রকেটের সাপেক্ষে সময়টি ছিল 'দীর্ঘায়িত সময়', সেহেতু পৃথিবীর সাপেক্ষে সেই সময়টিই হবে,

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{41.45}{\sqrt{1-0.6^2}} = 51.81$ বছর (প্রায়)

সুতরাং, পৃথিবীর হিসেবে 51.81 বছর মহাশূন্যে ছিলেন।

09. **Sol^n:** মিউওন কণা 0.995 c বেগে গতিশীল হওয়ায়, মিউওন কণার সময় পৃথিবীবাসীর কাছে "দীর্ঘায়িত সময়" ফলে, মিউওন কণার গড় আয়ু পৃথিবীর সাপেক্ষে হবে $= \frac{2\times10^{-8}}{\sqrt{1-(0.995)^2}} = 2 \times 10^{-7}\ \text{sec}$

সুতরাং, পৃথিবীর হিসেবে এই সময়ে মিউওন কণা

অতিক্রম করবে $= (0.995 \times 3 \times 10^8 \times 2 \times 10^{-7})\ \text{m}$

$= 59.775\ \text{m} > 30\ \text{m}$

সুতরাং, পৃথিবীর সাপেক্ষে মিউওন কণা ল্যাবরেটরিতে আঘাত করতে পারবে। এখন, মিউওন কণার সাপেক্ষে তো সে স্থির, ফলে, তার সাপেক্ষে গড় আয়ু 2×10^{-8} sec ই থাকবে। তবে, তার কাছে মনে হবে, পৃথিবী ও ল্যাবরেটরিসহ আশেপাশের সবকিছু তার দিকে 0.995 c বেগে ধেয়ে আসছে। ফলে, সে তার এবং ল্যাবরেটরির মধ্যকার দূরত্ব সংকুচিত হতে দেখবে এবং তার কাছে 30 m দূরত্বকে মনে হবে,

$30\sqrt{1-(0.995)^2} = 2.996\ \text{m}$

এখন, মিউওন কণার সাপেক্ষে তার জীবদ্দশায় সে অতিক্রম করতে পারে,

$(0.995 \times 3 \times 10^8 \times 2 \times 10^{-8})\ \text{m} = 5.97\ \text{m} > 2.996\ \text{m}$

সুতরাং, মিউওন কণার সাপেক্ষেও সে ল্যাবরেটরিতে আঘাত করতে পারবে।

10. **Sol^n:** এখানে, $\Delta x' = 0\ \text{m}; \Delta x = 9 \times 10^8\ \text{m}; t = 5\ \text{s}$

লরেঞ্জ রূপান্তর অনুযায়ী, $\Delta x' = \frac{\Delta x - vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\therefore v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{9\times10^8}{5} = 1.8 \times 10^8\ \text{ms}^{-1} \ \therefore v = 0.6c$

$\therefore E_k = mc^2 - m_0c^2 = c^2\left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0\right)$

$= m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-0.6^2}} - 1\right) = 2 \times (3 \times 10^8)^2 \times \frac{1}{4}\ \text{J}$

$= 4.5 \times 10^{16}\ \text{J}$ **(Ans.)**

11. **Sol^n:** প্রশ্নমতে, $mc^2 = 1533 \times 1.6 \times 10^{-13}$

$\Rightarrow \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1533 \times 1.6 \times 10^{-13}$

$\Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{9.1\times10^{-31}\times9\times10^{16}}{1533\times1.6\times10^{-13}} \therefore \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 3.339 \times 10^{-4}$

ইলেকট্রনের সাপেক্ষে মনে হবে সে নিজেই স্থির এবং দূরের নক্ষত্রসহ আশেপাশের সবকিছু তার দিকে ধেয়ে আসছে। ফলে, ইলেকট্রনটি তার এবং নক্ষত্রের মধ্যকার দূরত্ব সংকুচিত দেখবে এবং তার সাপেক্ষে এই দূরত্ব মনে হবে $= 26 \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= 26 \times 3.339 \times 10^{-4}$

$= 8.6815 \times 10^{-3}$ আলোকবর্ষ। **(Ans.)**

12. **Sol^n:** y অক্ষ বরাবর দৈর্ঘ্যের কোন সংকোচন হবে না।

$\therefore L_{y'} = L\sin\theta = 1.5\sin 45^\circ = 1.06\text{m}$

[y-অক্ষ বরাবর উপাংশের পরিবর্তন হবে না]

$L_x = L\cos\theta = 1.5\cos 45^\circ = 1.06\text{ m}$

$\therefore L_{x'} = L_x\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1.06\times\sqrt{1-(0.98)^2} = 0.21\text{ m}$

$\therefore L' = \sqrt{(1.06)^2+(0.21)^2} = 1.08\text{ m}$ **(Ans.)**

x-অক্ষের সাথে কোণ,

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{L_{y'}}{L_{x'}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.06}{0.21}\right) = 78.7^\circ$ **(Ans.)**

13. **Sol^n:** পাইওন কণার মোট শক্তি,

$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.35\times10^5\text{ MeV}\ \dots\dots\dots\text{(i)}$

পাইওন কণার স্থির অবস্থার শক্তি $= 139.6\text{ MeV}\ \dots\dots\dots\text{(ii)}$

(i)÷(ii) করে পাই, $\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}.m_0c^2} = \frac{1.35\times10^5}{139.6}$

সমাধান করে পাই, $v = 0.999999465c$

ভূপৃষ্ঠের একজন পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে পাইওন কণার সময় হচ্ছে "দীর্ঘায়িত সময়" ফলে, পাইওন কণার সাপেক্ষে তার নিজের গড় আয়ু মাত্র 35 ns হলেও সেই সময়টা পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে মনে হবে, $\frac{35\times10^{-9}}{\sqrt{1-0.999999465^2}}\text{sec} = 3.385\times10^{-5}\text{ sec}$

সুতরাং, এই সময়ে পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে এটি অতিক্রম করবে,

$0.999999465\times3\times10^8\times(3.385\times10^{-5})\text{ m}$

$= 10154\text{ m} = 10.154\text{ km}$

সুতরাং, ভূ-পৃষ্ঠের একজন পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে ভূপৃষ্ঠ হতে যত উচ্চতায় পাইওন কণাটি ধ্বংস প্রাপ্ত হবে তা হচ্ছে $= (120-10.154)\text{ km}$

$= 109.846\text{ km}$ **(Ans.)**

14. **Sol^n:** ধরি, ববের আয়তন $= V$,

ববের ঘনত্ব $= \rho = 7640\text{ kgm}^{-3}$

এবং পানির ঘনত্ব $= \rho_w = 1000\text{ kgm}^{-3}$

$\therefore$ ববের ভর $= m = \rho V$

এখন, ববটি পানিতে ডোবানোর পর এর উপর প্লবতাজনিত বল $= \rho Vg$

$\therefore$ প্লবতাজনিত উর্ধ্বমুখী ত্বরণ $= \frac{\rho_w V_g}{\rho V} = \frac{\rho_w g}{\rho}$

ফলে, পানিতে ডোবানো অবস্থার সরলদোলকের ববের উপর লব্ধি ত্বরণ, $a = g - \frac{\rho_w g}{\rho}$

ফলে, পানিতে ডোবানো অবস্থার নতুন দোলনকাল T′ হলে এবং পূর্বের দোলনকাল $= T = 2\text{ sec}$ হলে লিখতে পারি,

$\frac{T}{T'}\sqrt{\frac{g}{g\left(1-\frac{\rho_w}{\rho}\right)}} \therefore T' = T\sqrt{\frac{\rho}{\rho-\rho_w}}$

$\therefore T' = 2\sqrt{\frac{7640}{7640-1000}}\text{sec} = 2.14532\text{ sec}$

ফলে, পানিতে ডোবানো সরল দোলকের প্রকৃত দোলনকাল 2.14532 sec

সুতরাং, যখন পুরো সিস্টেম পৃথিবীর সাপেক্ষে 0.8 c বেগে গতিশীল করা হবে।

তখন, পৃথিবীর সাপেক্ষে এই সরল দোলনকাল হবে,

$\frac{2.14532}{\sqrt{1-0.8^2}}\text{ sec} = 3.57553\text{ sec}$

অপরদিকে, দ্বিতীয় অংশে 0.8c বেগে গতিশীল কোন নভোযানের ঘড়িতে 5 min সময় অতিবাহিত হলে পৃথিবীর সাপেক্ষে তা হবে,

$\frac{5}{\sqrt{1-0.8^2}}\text{ min} = 8.33\text{ min}$

সুতরাং, সেই সময়ে পৃথিবী স্থির অবস্থায় থাকা পানিতে ডুবানো সরল দোলকটি যতগুলো পূর্ণদোলন সম্পন্ন করতো,

তা হলো $= \frac{8.33\times60}{2.14532}$ টি $= 233.065$ টি।

সুতরাং, সরল দোলকটি সর্বমোট 233 টি পূর্ণদোলন সম্পন্ন করতো।

15. **Sol^n:** প্রতি সেকেন্ডে n সংখ্যক ফোটন গেলে,

$n\times\frac{hc}{\lambda} = I\times A\times t \Rightarrow n\times\frac{hc}{\lambda} = I\times A\times1$

$\therefore n = \frac{IA}{hf} = \frac{10^{-10}\times0.4\times10^{-4}}{6.626\times10^{-34}\times6\times10^{14}} = 10^4$ টি **(Ans.)**

16. **Sol^n:** $E_k = n\times E_{\text{photon}} \Rightarrow \frac{1}{2}M(v^2-u^2) = n\times\frac{h}{\lambda}\times c$

$\Rightarrow M(v^2-u^2) = 2n\times p\times c\left[\because p = \frac{h}{\lambda}\right]$

$\therefore n = \frac{1000\times(30^2-20^2)}{2\times3\times10^8\times2.7\times10^{-27}} = 3.08642\times10^{23}$ টি **(Ans.)**

আবার, $\frac{1}{2}M(v^2-u^2) = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow x^2 = \frac{1000\times(30^2-20^2)}{50\times10^4} \therefore x = 1\text{ m}$ **(Ans.)**

17. **Sol^n:** এখানে, 1.5 mW বলতে কোষের Output ক্ষমতা বোঝায়।

কোষে t সময়ে n সংখ্যক ফোটন আপতিত হলে মোট শক্তি,

$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$ আবার, $P = \frac{E}{t} = \frac{nhc}{\lambda t} \therefore n = \frac{P\lambda t}{hc}$

তাহলে নির্গত ইলেকট্রনের সংখ্যা N হলে,

$N = n$ এর $0.1\% = \frac{P\lambda t}{hc}\times\frac{0.1}{100} = \frac{P\lambda t}{1000hc}$

N সংখ্যক ফটোইলেকট্রনের মোট চার্জ,

$q = Ne$ [e হল একটি ইলেকট্রনের চার্জ]

তাহলে, $I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$

$\Rightarrow I = \frac{P\lambda te}{1000hct} = \frac{P\lambda e}{1000hc} = \frac{1.5\times10^{-3}\times400\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}{1000\times6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}\text{A}$

$= 4.83\times10^{-7}\text{A}$ **(Ans.)**

18. **Sol^n:** গতিশক্তি $K = \frac{1}{2}mu^2$। যেহেতু $u_1 = 2u_2$, তাই $K_1 = 4K_2$

$K_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \phi\ K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \phi$ শর্তমতে: $\frac{hc}{\lambda_1} - \phi = 4\left(\frac{hc}{\lambda_2} - \phi\right)$

$\frac{hc}{\lambda_1} - \phi = \frac{4hc}{\lambda_2} - 4\phi; 3\phi = 4\frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} = hc\left(\frac{4}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$

মান বসিয়ে ($hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$):

$3\phi = 1240\left(\frac{4}{310} - \frac{1}{248}\right) = 11.0$

$\phi = \frac{11.0}{3} \approx 3.67\text{ eV}$ **(Ans)**

19. **Sol^n:** কম্পটন সরণ $\Delta\lambda = \frac{h}{m_ec}(1-\cos\theta)$। $\theta = 90^\circ$ হলে, $\Delta\lambda = \frac{h}{m_ec} = 2.43\text{ pm}$। বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 100 + 2.43 = 102.43\text{ pm}$। ইলেকট্রনের গতিশক্তি $K = E_{\text{photon}} - E'_{\text{photon}} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right)$।

$K = 1240\times10^3\left(\frac{1}{100} - \frac{1}{102.43}\right) \approx 294\text{ eV}$

$[hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}]$

20. **Sol^n:** নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 10^{-14} m

$\therefore$ অবস্থানের অনিশ্চয়তা, $\Delta x = 2\times10^{-10}\text{ m}$

$\therefore$ ভরবেগের অনিশ্চয়তা,

$\Delta p = \frac{h}{4\pi\Delta x} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\pi\times2\times10^{-14}} = 2.64\times21\text{ kg ms}^{-1}$

$\therefore \Delta E = \frac{(\Delta p)^2}{2m} = \frac{(2.64\times10^{-21})^2}{2\times9.1\times10^{-31}}$

$= 3.83\times10^{-12}\text{ J} = 23.93\text{ MeV} > 4\text{ MeV}$

$\therefore$ থাকতে পারে না।

অধ্যায় ০৯

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

টপিক অ্যানালাইসিস

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪	T-01: হাইড্রোজেন পরমাণুর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, ইলেকট্রনের রৈখিক ও কৌণিক বেগ, কৌণিক ভরবেগ ইত্যাদি	05	04	BUET'13-14; KUET'14-15 CUET'25-26 BUTEX'14-15; SUST'24-25	BUET'18-19, 07-08 CUET'24-25; IUT'21-22
✪	T-02: হাইড্রোজেন কক্ষপথে ইলেকট্রনের স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি ও মোট শক্তি	03	01	KUET'24-25, 18-19, 15-16	BUET'25-26
✪	T-03: শোষিত বা নির্গত শক্তি	-	01	-	CUET'05-06
✪✪✪	T-04: তেজস্ক্রিয়তা	42	27	BUET' 24-25, 23-24, 22-23, 18-19, 10-11; KUET'24-25, 18-19, 16-17, 14-15, 17-18, 13-14, 12-13, 11-12, 10-11 RUET'08-09, 13-14, 14-15, 11-12; CUET'10-11, 11-12, 15-16; CKRUET'23-24, 22-23, 20-21; BUTEX'16-17, 14-15, 13-14, 12-13; IUT'23-24, 22-23, 20-21, 19-20, 18-19, 14-15, 16-17, 11-12, 08-09	BUET'25-26, 22-23, 19-20, 17-18, 6-17, 14-15, 07-08, 05-06, 04-05, 03-04, 01-02, 00-01; KUET'25-26; RUET'25-26; CUET'24-25, 13-14, 09-10, 05-06, 04-05, 03-04; BUTEX'25-26, 22-23, 12-13, 06-07, 04-05; MIST'24-25, 23-24, 22-23
✪✪	T-05: ভরত্রুটি ও বন্ধন শক্তি	09	01	BUET'24-24; KUET'18-19, 15-16; RUET'24-25 IUT'21-22, 11-12 SUST'24-25	BUTEX'18-19
✪✪	T-06: নিউক্লিয় ফিশন ও ফিউশন	05	05	BUET'13-14 CUET'25-26 CKRUET'23-24; IUT'19-20	BUET'23-24, 20-21, 18-19; CUET'24-25; BUTEX'24-25
✪✪	T-07: বিবিধ	07	01	BUET'21-22, 13-14, 12-13, 10-11;RUET'24-25; CUET', 11-12; IUT'17-18	BUTEX'09-10

T-01: হাইড্রোজেন পরমাণুর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, ইলেকট্রনের রৈখিক ও কৌণিক বেগ, কৌণিক ভরবেগ ইত্যাদি

কনসেপ্ট রিভিউ

- ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{\epsilon_0 n^2 h^2}{\pi m Z e^2}$

  $r_n = \frac{n^2}{Z} r_{H_1}$
- কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr = \frac{nh}{2\pi}$
- রৈখিক দ্রুতি, $v_n = \frac{Ze^2}{2\epsilon_0 nh} = \frac{Zv_{H_1}}{n} = \frac{nh}{2\pi m r_n} = \frac{\sqrt{Z}e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_n}}$
- কৌণিক বেগ, $\omega_n = \frac{v_n}{r_n}$

[**Note:** এই সূত্রগুলো এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট সিস্টেমের জন্য প্রযোজ্য।]

এখানে,

r_{H_1} = H-এর ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = 0.53Å

v_{H_1} = H-এর ১ম কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ

$= 2.18 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^2$

h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক = 6.626×10^{-34} Js

n = শক্তিস্তর

Z = পারমাণবিক সংখ্যা

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. নিম্নলিখিত ভৌত ধ্রুবকসমূহ ব্যবহার করে হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটি বোরের ১ম কক্ষপথ ভ্রমণ করতে কতক্ষণ সময় নেয় তা নির্ণয় কর। **[CUET'25-26]**

ইলেকট্রনের চার্জ = 1.6×10^{-19} C,

ইলেকট্রনের ভর = 9.1×10^{-31} kg,

প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক = 6.63×10^{-34} Js,

আলোর বেগ = $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$,

শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা = $8.86 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$।

(a) 2.19×10^{-16} sec (b) 0.528×10^{-10} sec

(c) 1.51×10^{-16} sec (d) 2.01×10^{-16} sec

(e) 2.51×10^{-16} sec ⓒ

Sol^n: $r = \frac{n^2}{Z} \times \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}$

$= \frac{8.85\times10^{-12}\times(6.63\times10^{-34})^2}{3.1416\times9.1\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^2}$ [n = 1; Z = 1]

$= 5.3 \times 10^{-11}$ m

$v = \frac{Ze^2}{2nh\varepsilon_0} = 2.18 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$

∴ প্রদক্ষিণ করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = \frac{2\pi r}{v} = 1.51 \times 10^{-16}$ s

02. একটি হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রনের সর্বনিম্ন ব্যাসার্ধ কত Å? **[SUST'24-25]**

(a) 0.51 (b) 0.53 (c) 0.55 (d) 0.57 ⓑ

03. হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কোনটি? **[KUET'14-15]**

(a) 2.13Å (b) 3.14Å

(c) 2.13×10^{-10}cm (d) 2.45×10^{-10}cm

(e) 2.65Å ⓐ

Sol^n: $r_n = \frac{n^2}{Z} r_{H_1} \Rightarrow r_n = \frac{2}{1}(0.53)$Å = 2.13Å

04. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের সর্বনিম্ন কক্ষীয় কৌণিক ভরবেগ কোনটি? **[BUTEX'14-15]**

(a) h (b) $\frac{h}{\lambda}$ (c) $\frac{h}{\pi}$ (d) $\frac{h}{2\pi}$ ⓓ

Sol^n: $L = \frac{nh}{2\pi}$; n = 1 হলে, L সর্বনিম্ন হয়।

05. প্রথম তিনটি বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধের অনুপাত হচ্ছে- **[BUET'13-14]**

(a) $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9}$ (b) 1 : 2 : 3

(c) 1 : 4 : 9 (d) 1 : 8 : 27 ⓒ

Sol^n: $r_1 : r_2 : r_3 = 1^2 : 2^2 : 3^2 = 1 : 4 : 9$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্‌ভ

01. K এর 19 তম ইলেকট্রনের বেগ, ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ইলেকট্রন টি প্রতি সেকেন্ডে কতবার ঘুরবে? **[CUET'24-25]**

Sol^n: $K \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ \underbrace{4s^1}_{19^{th}\text{ electron}}$

∴ n = 4

(i) $v_n = v_1 \times \frac{Z}{n} = 2.18 \times 10^6 \times \frac{19}{4}$

$= 1.0355 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

(ii) $r_n = r_1 \times \frac{n^2}{Z} = 0.53 \times \frac{4^2}{19} \times 10^{-10}$m

$= 4.463 \times 10^{-11}$m **(Ans.)**

(iii) প্রতি সেকেন্ডে আবর্তন সংখ্যা = $\frac{v}{2\pi r_n}$

$= \frac{1.0355\times10^7}{2\pi\times4.463\times10^{-11}}$ টি = 3.69×10^{16} টি **(Ans.)**

02. 9.1×10^{-31} kg ভর বিশিষ্ট একটি ইলেকট্রন যদি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে 0.53×10^{-10} m ব্যাসার্ধের কক্ষপথে ঘুরতে থাকে, তবে তার কৌণিক বেগ বের কর। [প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক = 6.63×10^{-34}Js] **[BUET'18-19; IUT'21-22]**

Sol^n: $L = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow I\omega = \frac{nh}{2\pi}$

$\Rightarrow \omega = \frac{nh}{2\pi I} = \frac{h}{2\pi mr^2}$

$= \frac{6.63\times10^{-34}}{2\pi\times9.1\times10^{-31}\times(0.53\times10^{-10})^2}$

$= 4.1\times10^{16}\ \text{rads}^{-1}$ **(Ans.)**

[$r = 0.53\times10^{-10}$m এর জন্য, $n = 1$ ধরা যায়]

03. হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনকে কেন্দ্র করে 0.53Å ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট অরবিটে আবর্তন করে। ইলেকট্রনটির কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় কর। [$m_e = 9.1\times10^{-31}$kg,
$e = 1.6\times10^{-19}$C এবং এবং
$\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}C^2Nm^{-2}$] **BUET'07-08]**

Sol^n: নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূর্ণনের সময় ইলেকট্রনের কৌণিক বেগ ধ্রুব। তাই, হিসাব না করেও বলা যায় যে, কৌণিক ত্বরণ শূন্য।

$v_n = \omega_n r_n \Rightarrow \omega_n = \frac{v_n}{r_n} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_n}\times r_n}$

$= 4.1188\times10^{16}\text{rads}^{-1}; \frac{d\omega_n}{dt} = \frac{d}{dt}(\text{const}) = 0$

T-02: হাইড্রোজেন কক্ষপথে ইলেকট্রনের স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি ও মোট শক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

- n তম শেলে অবস্থিত ইলেকট্রনের গতিশক্তি, $E_{k_n} = \frac{Ze^2}{8\pi\varepsilon_0 r_n} = \frac{me^4Z^2}{8n^2\varepsilon_0^2h^2}\ \therefore E_{k_n} = \frac{E_{k_1}\times Z^2}{n^2} = \frac{13.6\times Z^2}{n^2}$ eV
- n তম শেলে অবস্থিত ইলেকট্রনের স্থিতিশক্তি, $E_{p_n} = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} = -\frac{1}{4}\frac{me^4Z^2}{n^2\varepsilon_0^2h^2}$
- মোটশক্তি, $E_n = E_k + E_p = \frac{E_{H_1}\times Z^2}{n^2}$ eV; $|E_n| = \frac{1}{2}|E_{P_n}| = E_{k_n}$
- $hf = E_u - E_l$
  h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, f = নির্গত বা শোষিত ফোটনের কম্পাঙ্ক,
  E_u = উচ্চস্তরের শক্তি, E_l = নিম্নস্তরের শক্তি [E_{H_1} = H এর ১ম কক্ষপথে e^- এর মোট শক্তি $= -13.6$ eV]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. হাইড্রোজেন পরমাণুর উচ্চ কোয়ান্টাম শক্তিস্তর গবেষণাগারে তৈরি করা হয়েছে। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তি নির্ণয় করো যার কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 1 mm। **[KUET'24-25]**

(a) -1.51 eV (b) -1.0×10^{-5} eV
(c) -7.21×10^{-5} (d) -7.21×10^{-6} eV
(e) -7.21×10^{-7} eV ⓔ

Sol^n: $r_n = n^2 r_{H_1} \Rightarrow 10^{-3} = n^2\times0.53\times10^{-10}$

$\Rightarrow n = 4344$

$\therefore E = \frac{-13.6}{n^2} = \frac{-13.6}{4344^2} = -7.21\times10^{-7}$eV

02. একটি হাইড্রোজেন পরমাণু -1.6eV শক্তি অবস্থা থেকে -3.8eV অবস্থায় আসলে যে ফোটন নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 5.31×10^{14}Hz (b) 4.59×10^{14}Hz
(c) 2.46×10^{15}Hz (d) 6.54×10^{14}Hz
(e) 14.48×10^{18}Hz ⓐ

Sol^n: $\Delta E = hf \Rightarrow f = \frac{(3.8-1.6)\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}$ Hz

$= 5.31\times10^{14}$ Hz

03. হাইড্রোজেন পরমাণুর ৫ম বোর কক্ষের ইলেকট্রনের শক্তি কত? [দেওয়া আছে ইলেকট্রনের ভর এবং আধান যথাক্রমে 9.1×10^{-31}kg এবং 1.6×10^{-19} C। শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা $= 8.85\times10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}$] **[KUET'15-16]**

(a) -13.6 eV (b) -1.51 eV
(c) -2.72 eV (d) -0.54 eV ⓓ
(e) 0.54 eV

Sol^n: $E = \frac{E_1}{n^2}$ [$E_1 = -13.6$ eV, $Z = 1$]

$\Rightarrow E = \frac{-13.6\text{ eV}}{5^2} = -0.544$ eV

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কত হবে? এই কক্ষপথে থাকা ইলেকট্রনের শক্তি নির্ণয় কর। **[BUET'25-26]**

Sol^n: n-তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = n^2 r_{H_1}$
($\because$ H এর জন্য $Z = 1$)
$\Rightarrow r_3 = 3^2\times r_{H_1} = 3^2\times0.53$ Å $= 4.77$ Å **(Ans.)**
এবং ইলেকট্রনের শক্তি, $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$
$\Rightarrow E_3 = \frac{-13.6}{3^2} = -1.51$ eV **(Ans.)**

T-03: শোষিত বা নির্গত শক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

- ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে গেলে শোষিত বা নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক, $f = \frac{Z^2me^4}{8\epsilon_0^2h^3}\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)$; $m = e^-$ এর ভর, $e = e^-$ এর চার্জ, $h =$ প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক [এখানে, রিডবার্গ এর ধ্রুবক যুক্ত সমীকরণ ব্যবহার করা যাবে।]
- $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)Z^2$; তরঙ্গসংখ্যা, $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$

  এখানে, $R_H = 10967800\ m^{-1} = 1.097 \times 10^7 m^{-1}$

  [Note: এই সূত্রটি হাইড্রোজেন ও অন্যান্য এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট সিস্টেমের জন্য প্রযোজ্য।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

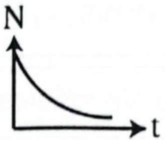
01. যদি হাইড্রোজেন এর একটি ইলেক্ট্রন তৃতীয় শক্তিস্তর থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে যায়, তাহলে বিকিরিত শক্তির কম্পাঙ্ক কত? **[CUET'05-06]**

Sol^n: $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right) = 1.097 \times 10^7\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)$

$\therefore \lambda = 6.56 \times 10^{-7} m \ \therefore\ f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{6.56\times10^{-7}} = 4.57 \times 10^{14} Hz$ **(Ans.)**

T-04: তেজস্ক্রিয়তা

কনসেপ্ট রিভিউ



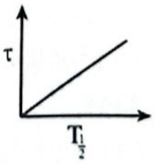
- তেজস্ক্রিয়তা:
  - ➢ $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$; এখানে, $\lambda =$ তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবক

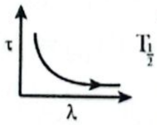
    $\frac{dN}{dt}$ কে তেজস্ক্রিয়তা বা সক্রিয়তা (Radioactivity/Activity) বলে।

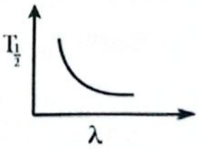
    একক: s^{-1} বা, day^{-1} বা, yr^{-1} বা, min^{-1} বা, $hour^{-1}$
  - ➢ $N = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

    $N = t$ সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা, $N_0 =$ শুরুতে $(t = 0)$ সময়ে পরমাণু সংখ্যা

    $\frac{N}{N_0} =$ যত অংশ/যত শতাংশ অবশিষ্ট রয়েছে।
  - ➢ $n = n_0e^{-\lambda t}$ [n =অক্ষত মোল সংখ্যা, $n_0 =$ ক্ষয়ের পূর্বে মোল সংখ্যা]
  - ➢ $W = W_0e^{-\lambda t}$[W = ক্ষয়ের পর অবশিষ্ট তেজস্ক্রিয় বস্তুর ভর; $W_0 =$ ক্ষয়ের পূর্বে তেজস্ক্রিয় বস্তুর ভর]
  - ➢ $A = A_0e^{-\lambda t}$ [A= ক্ষয়ের পর তেজস্ক্রিয়তা বা বিকিরণ সংখ্যা; $A_0 =$ ক্ষয়ের পূর্বে তেজস্ক্রিয়তা বা বিকিরণ সংখ্যা]
- অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$
  - ➢ গড় আয়ু, $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693}$
  - ➢ প্রয়োজনীয় ধ্রুবক: 1Ci (কুরি) $= 3.7 \times 10^{10}$ decay/s $= 3.7 \times 10^{10}$ Bq
  - ➢ যদি t সময় পর n% অবশিষ্ট থাকে তবে, $\ln\left(\frac{100}{n}\right) = \lambda t$ [+1 রাদারফোর্ড $= 10^6$ Bq]







বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. অর্ধায়ু ও গড় আয়ুর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? **[BUET'24-25]**

(a) $T_{\frac{1}{2}} = \tau$
(b) $\tau = T_{\frac{1}{2}}\ln 2$
(c) $T_{\frac{1}{2}} = \tau \times \ln 2$
(d) $\tau = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$

ⓒ

Sol^n: $\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} \therefore T_{\frac{1}{2}} = \ln 2 \times \tau$

02. 2000 সালে কোনো স্থানে 20 gm পরিমাণের একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিল যার গড় আয়ু 10.82 বছর। 2030 সালে এর কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে? **[KUET'24-25]**

(a) 5.25 gm (b) 3.5 gm (c) 1.25 gm (d) 2.25 gm
(e) 1.75 gm

ⓒ

Sol^n: $N = N_0e^{-\lambda t} = N_0e^{-\frac{t}{\tau}} = 20e^{-\frac{30}{10.82}} = 1.25$ gm

03. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 1.8 ঘণ্টা। 5.4 ঘণ্টা পর অবশিষ্ট থাকবে কত অংশ? **[BUET'23-24; KUET'17-18; RUET'14-15; IUT'08-09]**

(a) 25% (b) 12.5%
(c) 75% (d) কোনোটিই নয় ⓑ

Sol^n^: $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}t}$

$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{1.8}\times 5.4} \therefore \frac{N}{N_0} = \frac{1}{8} = 12.5\%$

04. পৃথিবীতে একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক $4.02 \times 10^{-4}\ \text{yr}^{-1}$ হলে, 0.9c বেগে চলমান মহাকাশযানে তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অবক্ষয় ধ্রুবক কত? **[BUET'23-24]**

(a) $2.83 \times 10^{-4}\text{yr}^{-1}$ (b) $1.75 \times 10^{-4}\text{yr}^{-1}$
(c) $2.25 \times 10^{-4}\text{yr}^{-1}$ (d) $3.75 \times 10^{-4}\text{yr}^{-1}$ ⓑ

Sol^n^: $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{4.02\times10^{-4}}\text{yr} = 1724.25\ \text{yr}$

$T'_{\frac{1}{2}} = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1724.25}{\sqrt{1-\left(\frac{0.9c}{c}\right)^2}} = 3955.7\ \text{yr}$

$\lambda' = \frac{\ln 2}{T'_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{3955.7}\text{yr}^{-1} = 1.75 \times 10^{-4}\text{yr}^{-1}$

বিকল্প: $\lambda' = \lambda \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$= \left(4.02 \times 10^{-4} \times \sqrt{1-0.9^2}\right)$

$= 1.7523 \times 10^{-4}\ \text{yr}^{-1}$

05. পারমাণবিক দুর্ঘটনার ফলে কোনো একটি কক্ষে 20 d অর্ধায়ু সম্পন্ন কিছু পরিমাণ তেজস্ক্রিয় পদার্থ প্রবিষ্ট হলো। পরীক্ষা করে দেখা গেল যে, তেজস্ক্রিয় বিকিরণের মাত্রা স্বাভাবিক মাত্রার চেয়ে 70 গুণ বেশি। কতদিন পরে ঘরটি নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে? **[CKRUET'23-24]**

(a) 120.05 days (b) 222.6 days
(c) 121.6 days (d) 122.6 days
(e) 123.5 days ⓓ

Sol^n^: দেওয়া আছে, অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = 20\ \text{d}$

ধরা যাক, বিকিরণের স্বাভাবিক মাত্রা x। বিকিরণ স্বাভাবিক মাত্রাতে পৌঁছালে ঘরটি নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে।

∵ আদি বিকিরণ মাত্রা স্বাভাবিক মাত্রার চেয়ে 70 গুণ বেশি তাই বলা যায়,

$N_0 = x + (x \times 70) = 71x$ এবং স্বাভাবিক মাত্রা, $N = x$

এখন, $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow x = 71x\, e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{1}{71} \Rightarrow e^{\lambda t} = 71 \Rightarrow \lambda t = \ln 71$

$\Rightarrow \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} t = \ln 71 \Rightarrow t = \frac{\ln 71}{\ln 2} \times t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 71}{\ln 2} \times 20$

$\therefore t = 122.9949\ \text{day}$

কাছাকাছি মান বিবেচনা করলে উত্তর হবে option (d) [$N_0 = x \times 70$ ধরলে উত্তর 122.6 আসে কিন্তু $N_0 = x \times 71$ ধরা সঠিক]

06. After 6000 years if a radioactive material becomes $\frac{1}{64}$th part, then what is its half-life? (6000 বছর পর যদি কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থ তার মূল পরিমাণের $\frac{1}{64}$ অংশে পরিণত হয়, তবে এর অর্ধায়ু কত?) **[IUT'23-24, 08-09]**

(a) 1000 years (b) 800 years
(c) 6000 years (d) 3000 years ⓐ

Sol^n^: $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow -\lambda t = \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$

$\Rightarrow \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times t = \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\ln 64} \times 6000$

$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 1000\ \text{years}$

07. A piece of wood from a recently cut tree shows 20 decays per minute. A wooden piece of same size in a museum (obtained from a tree cut years back) shows 2 decay per minute. If the half-life of C^{14} is 5730 years, then the age of the wooden piece placed in the museum is approximately: (সম্প্রতি কাটা একটি গাছের কাঠের একটি টুকরো প্রতি মিনিটে 20টি বিকরণ (decay) দেখায়। একই আকারের একটি কাঠের টুকরো, যা একটি যাদুঘরে রাখা হয়েছে (যা বহু বছর আগে কাটা গাছ থেকে সংগৃহীত), প্রতি মিনিটে 2টি বিকরণ দেখায়। যদি C^{14}এর অর্ধায়ু হয় 5730 বছর, তাহলে যাদুঘরে রাখা কাঠের টুকরোর আনুমানিক বয়স:) **[IUT'22-23]**

(a) 10439 years (b) 13094 years
(c) 19039 years (d) 39049 years ⓒ

Sol^n^: $A_c = A_{co} \cdot e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A_{co}}{A_c}\right) = \frac{5730}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{20}{2}\right)$

$\therefore t = 19034.64\ \text{year} \approx 19039\ \text{years}$

08. A piece of radium becomes one-fifth part on radiating radioactive radiation for 5000 years. Find the decay constant of radium. (একটি রেডিয়ামের টুকরো তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নির্গত করে 5000 বছরে তার মূল ভরের এক-পঞ্চমাংশে পরিণত হয়। রেডিয়ামের ক্ষয় ধ্রুবক কত হবে?) **[IUT'22-23, 11-12]**

(a) $1.22 \times 10^{-4}\ y^{-1}$ (b) $2.22 \times 10^{-4}\ y^{-1}$
(c) $3.22 \times 10^{-4}\ y^{-1}$ (d) $4.22 \times 10^{-4}\ y^{-1}$ ⓒ

Sol^n^: $N = N_0 . e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t} \times \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$

$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{5000} \times \ln(5) \therefore \lambda = 3.22 \times 10^{-4}\ y^{-1}$

09. একখণ্ড রেডনের 70% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায়ু 3.85 দিন।

[BUET'22-23, 18-19 CKRUET'22-23, 20-21; BUTEX'14-15; KUET'13-14; RUET'08-09]

(a) 5.96 days (b) 4.69 days
(c) 4.5 days (d) 7.66 days
(e) 6.69 days ⓒ

Sol

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $\frac{N}{N_0} = 30\% = 0.3$

$T_{\frac{1}{2}} = 3.85 = \frac{\ln 2}{\lambda} \therefore \lambda = \frac{\ln 2}{3.85}$

এখন, $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \ln\ (0.3) = \frac{-\ln 2}{3.85} t$

$\therefore t = \frac{3.85 \times \ln(0.3)}{-\ln(2)} = 6.687 \text{ days} \approx 6.69 \text{ days}$

10. Each gram of ^{226}Ra emits 3.5×10^{10} alpha particles per second. How many years are the half-life of radium? (^{226}Ra -এর প্রতি গ্রাম প্রতি সেকেন্ডে 3.5×10^{10}টি আলফা কণা নির্গত করে। রেডিয়ামের অর্ধায়ু কত বছর?) **[IUT'20-21]**

(a) 1677 years (b) 1777 years
(c) 1857 years (d) 1947 years ⓐ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $\frac{dN}{dt} = \lambda N_0, N_0 = \frac{1}{226} \times 6.02 \times 10^{23}$

$\Rightarrow 3.5 \times 10^{10} = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \times \frac{1}{226} \times 6.02 \times 10^{23}$

$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 5.275 \times 10^{10}\text{s}$

$\therefore T_{\frac{1}{2}} = 1672.78 \text{ years} \approx 1677 \text{ years}$

11. The half life of a radioactive substance is 20 minutes. The approximate time interval $(t_2 - t_1)$ between the time t_2 and t_1 sec. When $\frac{2}{3}$ of it has decayed the time t_2 and $\frac{1}{3}$ of it had decayed in the time t_1? (একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু হল 20 মিনিট। t_2 ও t_1 – এই দুই সময়ের মধ্যবর্তী আনুমানিক সময় ব্যবধান $(t_2 - t_1)$ কত হবে, যেখানে t_2-তে পদার্থটির $\frac{2}{3}$ অংশ ক্ষয় হয়েছে এবং t_1 -এ পদার্থটির $\frac{1}{3}$ অংশ ক্ষয় হয়েছে?) **[IUT'19-20]**

(a) 14 min (b) 20 min (c) 28 min (d) 7 min ⓑ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $t = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2}\ln\frac{N}{N_0}$

$\therefore t_1 = -\frac{20}{\ln 2}\ln\left(\frac{1}{3}\right)$; $t_2 = -\frac{20}{\ln 2}\ln\left(\frac{2}{3}\right)$

$\therefore t_2 - t_1 = 20 \text{ min}$

12. রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1620 বছর। কত বছরে রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1gm রেডিয়াম থেকে 10 সেন্টিগ্রাম ক্ষয় হবে?

[KUET'18-19, 17-18, 10-11; IUT'18-19, 14-15]

(a) 4.28×10^{-4}y (b) 8.99y
(c) 23.7y (d) 246.21y
(e) 4120y ⓓ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $W = W_0 e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow (1 - 10 \times 10^{-2}) = 1 \times e^{-\frac{\ln 2}{1620} \times t}$

$\Rightarrow t = 246.21\text{y}$

13. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 40 দিন। সম্পূর্ণ নিঃশেষ হতে কত সময় লাগবে? **[BUTEX'16-17]**

(a) 40 days (b) 400 days
(c) 4000 days (d) infinite time ⓓ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরিমাণ কখনও শেষ হয় না।

14. The half life of ^{13}N is 9.965 min. If a sample contains 3.20×10^{12} ^{13}N atoms at $t = 0$, how many ^{13}N nuclei are present 40.6 min later? (^{13}N-এর অর্ধায়ু হল 9.965 মিনিট। যদি কোনো নমুনায় $t = 0$ সময়ে 3.20×10^{12} ^{13}N পরমাণু থাকে, তাহলে 40.6 মিনিট পর কতটি ^{13}N নিউক্লিয়াস অবশিষ্ট থাকবে?) **[IUT'16-17]**

(a) 2.65×10^{11} (b) 2.55×10^{11}
(c) 2.00×10^{11} (d) 2.35×10^{11} ⓒ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = 0.06956 \text{ min}^{-1}$

$N = N_o e^{-\lambda t} = 1.9 \times 10^{11} \approx 2 \times 10^{11}$

15. An old wooden tool is found to contain only 6.0% of $^{14}_{4}$C that a sample of fresh wood contains. How old is the tool? (Half life of carbon is 5730 years). (একটি পুরনো কাঠের যন্ত্রে $^{14}_{4}$C -এর মাত্র 6.0% বিদ্যমান, যেখানে তাজা কাঠে সম্পূর্ণ পরিমাণে থাকে। যন্ত্রটি কত বছর পুরনো? (কার্বনের অর্ধায়ু = 5730 বছর)) **[IUT'16-17]**

(a) 2.3×10^3 (b) 2.3×10^4
(c) 2.75×10^4 (d) 3.25×10^4 ⓑ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $A = A_o e^{-\lambda t}$; $A = 6.0\% A_o$

$\ln\left(\frac{A_o}{A}\right) = \lambda t \Rightarrow t = 2.3 \times 10^4 \text{year}$

$[\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = 1.21 \times 10^{-4} \text{ year}^{-1}]$

16. প্রারম্ভিক অবস্থায় কোন বস্তুখণ্ডে যদি 10^8 সংখ্যক Au^{198} এর পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত পরমাণু ভেঙ্গে যাবে? [Au^{198} এর অর্ধায়ু 2.74d.] **[KUET'14-15]**

(a) 2.27×10^7 (b) 7.73×10^8
(c) 7.76×10^7 (d) 2.235×10^7
(e) 2.486×10^7 ⓓ

$\textbf{Sol}^{\textbf{n}}$: $\lambda t = \ln\frac{N_o}{N} = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \times t$

$\Rightarrow \ln\frac{10^8}{N} = \frac{\ln 2}{2.74} \times 1 \Rightarrow N = 7.765 \times 10^7$

$\therefore\ \Delta N = N_o - N = 2.235 \times 10^7$

17. কোন বস্তুর অর্ধায়ু 1500 বছর, কত দিন পর মূল অংশ অর্ধেক হবে? **[RUET'13-14]**
(a) 2.555×10^5 days (b) 3.655×10^5 days
(c) 4.475×10^5 days (d) 5.476×10^5 days
(e) None ⓓ

Sol

Sol^n: 1500 বছর $= (1500 \times 365)$ days
$= 5.476 \times 10^5$ days.

18. 1 টি তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের অর্ধায়ু 4d, পদার্থটির ক্ষয় ধ্রুবক কত? **[BUTEX'13-14; IUT'14-15]**
(a) 0.1344/d (b) 0.1123/d
(c) 0.152/d (d) 0.17325/d ⓓ

Sol^n: $\lambda = \frac{(\ln 2)}{T_{\frac{1}{2}}} = 0.17325\text{day}^{-1}$

19. রেডিয়ামের গড় আয়ু 2341 বছর হলে অবক্ষয় ধ্রুবকের মান কত? **[KUET'12-13, 11-12; CUET'15-16]**
(a) $1.27 \times 10^4 Y^{-1}$ (b) $2.27 \times 10^{-4} Y^{-1}$
(c) $3.27 \times 10^4 Y^{-1}$ (d) $4.27 \times 10^{-4} Y^{-1}$
(e) $5.27 \times 10^{-5} Y^{-1}$ ⓓ

Sol^n: $\tau = 2341$ year
$\lambda = ?$ | $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2341} = 4.27 \times 10^{-4} Y^{-1}$

20. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের একক কী? **[BUTEX'12-13]**
(a) ms^{-1} (b) s^{-1} (c) s^{-2} (d) m^{-1} ⓑ

21. Au^{198} এর অবক্ষয় ধ্রুবক প্রতিদিন 0.257। Au^{198} এর অর্ধায়ু কত? **[RUET'11-12]**
(a) 0.27days (b) 0.72days
(c) 7.20days (d) 27.0days
(e) 2.70days ⓔ

Sol^n: $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0.257}\text{days} = 2.7\text{days}$

22. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 20min। 20% থেকে 80% এর মধ্যে ক্ষয় হতে সময় লাগবে- **[CUET'11-12]**
(a) 20min (b) 30min
(c) 40 min (d) None of these ⓒ

Sol^n: $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$
$\Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{20} = 0.03465\ \text{min}^{-1}$
$\lambda = \frac{1}{t}\ln\frac{N}{N_o} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N}{N_o}$
$\Rightarrow t = \frac{1}{0.03465}\ln\frac{80}{20} = 40\text{min}$

23. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা 30 ঘণ্টায় প্রারম্ভিক মানের $\frac{15}{16}$ অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হলে পদার্থটির অর্ধায়ু কত হবে? **[BUET'10-11; CUET'10-11]**
(a) 7.5h (b) 2.5h (c) 10h (d) 6h ⓐ

Sol^n: $N = N_o . e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{16} = e^{-\lambda \times 30}$
$\Rightarrow \lambda = 0.0924h^{-1} \therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = 7.5h$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিউক্লিয়াস শুধুমাত্র গামা রশ্মি বিকিরণ করে। তেজস্ক্রিয় নমুনাটির অর্ধায়ু 6 hr। নমুনাটির 85% অস্থিতিশীল নিউক্লিয়াস স্থিতিশীল হতে কী পরিমাণ সময় লাগবে? এই সময়ে নমুনাটির ভরের পরিবর্তন কত হবে? **[BUET'25-26]**

Sol^n: $N = N_0 e^{-\lambda t}$
$$\Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}} = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{0.15N_0}\right)}{\frac{0.693}{6}} = 16.42\ \text{hr}\ \textbf{(Ans.)}$$

গামা রশ্মি বিকিরণের ফলে ভরের কোনো উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় না।

(প্রকৃতপক্ষে $E = \Delta mc^2$ সূত্রানুসারে ভর হ্রাস পায়, কিন্তু তা এতটাই ক্ষুদ্র যে নির্ণয় করা সম্ভব নয়)

02. কোন তেজস্ক্রিয় নমুনার পরিমাণ 1 gm থেকে 0.85 g হতে কত সময় লাগবে? অর্ধায়ু 1620 বছর। **[KUET'25-26]**

Sol^n: $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{1620}$; $\ln\left(\frac{W}{W_0}\right) = -\lambda t$
$$\therefore t = \frac{\ln\left(\frac{1}{0.85}\right)}{\frac{\ln 2}{1620}}\ \text{yr} = 379.8337\ \text{yr}\ \textbf{(Ans.)}$$

03. তেজস্ক্রিয় Na^{24} এর অর্ধায়ু 15 ঘণ্টা। কোনো ব্যক্তির শিরায় 1 মাইক্রো কুরি (1 μC) সক্রিয়তাবিশিষ্ট এই তেজস্ক্রিয় নমুনার স্বল্প দ্রবণ ইনজেকশনের মাধ্যমে ঢুকিয়ে দেওয়ার 5 ঘণ্টা পরে ওই ব্যক্তির শরীর থেকে গৃহীত 1 ml রক্তের নমুনার সক্রিয়তা 296 disintegrations/minute হলে তাঁর শরীরের মোট রক্তের আয়তন কত? **[RUET'25-26]**

Sol^n: $A_0 = 1\mu Ci = 3.7 \times 10^4$ dis/s
$= 3.7 \times 10^4 \times 60 = 2.22 \times 10^6$ dis/min
$\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{15} h^{-1}$
$A = A_0 e^{-\lambda t} = 2.22 \times 10^6 e^{-\frac{0.693}{15} \times 5}$
$= 1.762 \times 10^6$ dis/min
296 dis/min পাওয়া যায় 1mL রক্ত থেকে
$\therefore 1.762 \times 10^6$ dis/min পাওয়া যায় $\frac{1.762 \times 10^6}{296}$
= 5952.703 mL রক্ত থেকে
অতএব, মোট রক্তের আয়তন 5952.703 mL **(Ans.)**

04. 1 gm রেডিয়াম 5 বছর α কণা বিকিরণের ফলে 2.1 mg কমে যায়। রেডিয়ামের অর্ধায়ু বের করো। **[BUTEX'25-26; BUET'03-04]**

Solⁿ: এখানে, $W_0 = 1000$ mg

এবং $W = (1000 - 2.1) = 997.9$ mg

আমরা জানি, $\ln\left(\frac{W_0}{W}\right) = \lambda t \Rightarrow \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln\left(\frac{W_0}{W}\right)}{t}$

$\therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{t \times \ln 2}{\ln\left(\frac{W_0}{W}\right)} = \frac{5 \times \ln 2}{\ln\left(\frac{1000}{997.9}\right)} = 1648.617$ yr

$\therefore$ অর্ধায়ু 1648.617 বছর। **(Ans.)**

05. $^{214}_{82}Pb$ এর অর্ধায়ু 26.8 মিনিট। কী পরিমাণ ভর হতে এক কুরি তেজস্ক্রিয়তা পাওয়া যাবে? **[CUET'24-25; BUET'00-01]**

Solⁿ: আমরা জানি,

$-\frac{dN}{dt} = N\lambda = \frac{W}{M} \times N_A \times \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$

$\therefore W = \frac{-\frac{dN}{dt} \times M \times T_{\frac{1}{2}}}{N_A \times \ln 2}$

$= \frac{3.7 \times 10^{10} \times 214 \times 26.8 \times 60}{6.023 \times 10^{23} \times 0.693}$

$= 3.05 \times 10^{-8}$ gm **(Ans.)**

এখানে,

$n = \frac{W}{M} = \frac{N}{N_A}$

$N = \frac{W}{M} \times N_A$

এবং, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$\therefore \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$

$[1\ \text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\ \text{decay/s}]$

06. তেজস্ক্রিয় রেডনের অর্ধায়ু 3.8 দিন। আদি পরমাণুর সংখ্যা 30% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? **[MIST'24-25]**

Solⁿ: $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$

$\Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{3.8} = 0.1823\ \text{day}^{-1}$

$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow \frac{70}{100} = e^{-\frac{0.693}{3.8} \times t}$

$\therefore t = 1.95$ days

07. একখণ্ড প্রাচীন গাছের ^{14}C ও ^{12}C এর অনুপাত বর্তমানকালের জীবিত গাছের ওই অনুপাতের $\frac{1}{12}$ অংশ। ^{14}C এর অর্ধায়ু 5570 বছর। প্রাচীন গাছটির বয়স নির্ণয় করো। **[BUET'22-23]**

Solⁿ: ধরি, জীবিত অবস্থায় $^{14}_{6}C$ পরমাণুর সংখ্যা $= N_{14}$

এবং $^{12}_{6}C$ পরমাণুর সংখ্যা $= N_{12}$

কার্বন ডেটিং এর সময় $^{14}_{6}C$ পরমাণু বিটা ক্ষয়ের মাধ্যমে $^{14}_{7}N$ পরমাণুতে রূপান্তরিত হয় এবং $^{12}_{6}C$ পরমাণুর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে।

$\therefore$ বর্তমানে $^{12}_{6}C$ পরমাণুর সংখ্যা $= N_{12}$ এবং $^{14}_{6}C$ পরমাণুর সংখ্যা $= N_{14-x}$ [ধরি, x সংখ্যক পরমাণু ক্ষয় হয়।]

প্রশ্নমতে, $\frac{1}{12} \cdot \frac{N_{14}}{N_{12}} = \frac{N_{14-x}}{N_{12}}$

$\Rightarrow \frac{N_{14-x}}{N_{14}} = \frac{1}{12}$

$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{12}$

আমরা জানি, $\ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t = -\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times t$

$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{12}\right) = -\frac{0.693}{5570} \times t$

$\Rightarrow t = -\frac{5570 \times \ln\left(\frac{1}{12}\right)}{0.693}$

$= 19972.48$ year **(Ans.)**

08. একজন রোগীর রোগ নির্ণয়ের জন্য তার শরীরে 12 gm পরিমাণ I-131 আইসোটোপ প্রবেশ করানো হয় যার অর্ধায়ু 8d। 24 ঘণ্টা পর তার শরীরে কী পরিমাণ আয়োডিন উপস্থিত থাকবে? **[BUTEX'22-23; MIST'23-24]**

Solⁿ: আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow W = W_0 e^{-\lambda t}$

এখানে,

$t_{\frac{1}{2}} = 8d$

$W_0 = 12$ g

$\Rightarrow W = W_0 e^{-\left(\frac{\ln(2)}{t_{\frac{1}{2}}} t\right)}; \left[\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}\right]$

$= 12 \times e^{-\left(\frac{\ln(2)}{8 \times 24} \times 24\right)}$ g

$= 11.004$ g **(Ans.)**

09. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের 8.60 μCi পরিমাণ একটি ডোজ একজন রোগীকে ইনজেকশনের মাধ্যমে প্রদান করা হল। আইসোটোপটির অর্ধ জীবন 3h। আইসোটোপটির কতগুলো আদি নিউক্লিয়াস ইনজেকশনের মাধ্যমে প্রদান করা হয়েছিল? **[BUET'19-20]**

Solⁿ: $\frac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow 8.6 \times 10^{-6} \times 3.7 \times 10^{10}$

$= \frac{\ln 2}{3 \times 3600} \times N\ [\because 1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}]$

$\therefore N = 4.958 \times 10^{9}$ টি।

10. কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 1000 বছর। কত বছর পর উহার তেজস্ক্রিয়তা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে $\frac{1}{10}$ th হবে? ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু কত হবে? **[MIST'22-23; BUET'17-18, 07-08; CUET'09-10, 05-06, BUTEX'06-07, 04-05]**

Solⁿ: দেওয়া আছে $T_{\frac{1}{2}} = 1000$ years

আমরা জানি, গড় আয়ু $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln(2)} = \frac{1000}{0.693}$

$= 1442.69$ years **(Ans.)**

ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} | N = N_0 \times \frac{1}{10}$

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow \frac{N_0}{10} = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} t}$

$\Rightarrow -\ln(10) = \frac{-\ln(2)}{1000} t$

$\Rightarrow t = 1000 \times \frac{\ln(10)}{\ln(2)}$

$= 3321.928$ years **(Ans.)**

11. রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1620 বছর। 1-gram ভরের রেডিয়াম হতে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলো রেডিয়াম পরমাণু নির্গত হবে? [রেডিয়ামের পারমাণবিক ভর $= 226\ \text{kg/kmol}$, অ্যাভোগ্যাড্রো নম্বর $= 6.02 \times 10^{26}$ atoms/k mol] **[BUET'16-17, 14-15]**

Sol^n: 1gm রেডিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা,

$N = \frac{1\times10^{-3}}{226} \times 6.02 \times 10^{26} = 2.66 \times 10^{21}$

$\therefore \frac{dN}{dt} = \lambda N = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \times N$

$= \frac{\ln 2}{1620\times365\times86400} \times 2.66 \times 10^{21}$

$= 3.61 \times 10^{10}$ পরমাণু/sec

12. অর্ধায়ু ও অবক্ষয় ধ্রুবক এর পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

Sol^n: আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t}$

যখন, $t = \frac{T_1}{2}, N = \frac{N_o}{2}$

$\therefore \frac{N_o}{2} = N_o e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}}$

$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda T_{\frac{1}{2}}$

$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

13. রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন। এর গড় আয়ু কত? **[BUTEX'12-13, BUET'04-05]**

Sol^n: আমরা জানি, $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693}$

$= \frac{4}{0.693}$

$= 5.77$ days **(Ans.)**

14. 1 gm একটি তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রতি সেকেন্ডে 3.7×10^{10} পরমাণু ক্ষয় হয়। বস্তুর পারমাণবিক ওজন 226 । ইহার গড় আয়ু নির্ণয় কর। **[CUET'04-05]**

Sol^n: $N = \frac{6.023\times10^{23}}{226} = 2.67 \times 10^{21}$

$\frac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow -3.7 \times 10^{10} = -\lambda \times 2.67 \times 10^{21}$

$\therefore \lambda = 1.386 \times 10^{-11} s^{-1}$

$\therefore \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.386\times10^{-11}}$

$\therefore \tau = 7.22 \times 10^{10}$s. **(Ans.)**

15. কাউন্ট রেট মিটারের সাহায্যে কোন তেজস্ক্রিয় বস্তুর সক্রিয়তা মাপা যায়। কোন মুহূর্তে কাউন্ট মিটারে 4750 কাউন্ট প্রতি মিনিট পাঠ দেয়। পাঁচ মিনিট পর এটি 2700 কাউন্ট প্রতি মিনিট পাঠ দেখায়। তেজস্ক্রিয় বস্তুটির অর্ধায়ু এবং ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। **[BUET'05-06]**

Sol^n: $A_0 = Ae^{-\lambda t}$ ……… (i)

এবং $A_2 = A_0 e^{-\lambda(t+5)}$ ……… (ii)

$\therefore$ (i) ÷ (ii)

$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda(t+5)}}$

$\Rightarrow \frac{4750}{2700} = e^{-\lambda t+\lambda(t+5)} = e^{5\lambda}$

$\Rightarrow 5\lambda = \ln\left(\frac{4750}{2700}\right)$

$\therefore \lambda = 0.1129\text{min}^{-1}$

$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = 6.134$ min

16. একটি বস্তুতে যদি প্রারম্ভিক অবস্থায় 10^9 সংখ্যক Au^{198} এর পরমাণু থাকে তবে কত সময়ে তার 3×10^8 সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে? [Au^{198} এর অর্ধায়ু 2.70 d.] **[CUET'03-04]**

Sol^n: $N = 109 - 3 \times 108 = 7 \times 108$

আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow 7 \times 10^8 = 10^9 e^{-0.257t}$

$\therefore t = 1.39$d (Ans.)

$N_o = 10^9$

$\lambda = \frac{0.693}{2.7} = 0.257\text{d}^{-1}$

T-05: ভরত্রুটি ও বন্ধন শক্তি

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ ভর ত্রুটি: কোন স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর এর গঠনকারী উপাদানসমূহের মুক্তবস্থায় ভরের যোগফলের চেয়ে কিছুটা কম হতে দেখা যায়। ভরের এই পার্থক্যকে ভর ত্রুটি বলে।

ভরত্রুটি, $\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M$

বা, ভরত্রুটি, $\Delta m = [Zm_P + (A - Z)m_n] - M$

$M =$ নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর; $Z =$ প্রোটন সংখ্যা

$N =$ নিউট্রন সংখ্যা; $A =$ ভর সংখ্যা

$m_p =$ প্রোটনের ভর $= 1.673 \times 10^{-27}$ kg

$m_n =$ নিউট্রনের ভর $= 1.675 \times 10^{-27}$ kg

$m_e =$ ইলেকট্রনের ভর $= 9.11 \times 10^{-31}$ kg

◆ বন্ধন শক্তি = ভরত্রুটি × c^2

বন্ধন শক্তি, $B.E = \Delta mc^2$

বা, বন্ধন শক্তি, $B.E = [(Zm_p + Nm_n) - M]c^2 = [\{Zm_P + (A - Z)m_n\} - M]c^2$

◆ গড় বন্ধন শক্তি/নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি $= \frac{B.E.}{A}$

◆ MeV এককে বন্ধন শক্তি, $B.E. = \Delta m \times 931.5$ MeV [Δm এর একক amu]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. $^{7}_{3}Li + ^{2}_{1}H \to 2(^{4}_{2}He) + X$ হলে, $X =$? **[BUET'24-25]**
(a) $^{1}_{0}n$ (b) $^{1}_{1}p$ (c) $^{0}_{-1}e$ (d) None ⓐ

02. $_{92}U^{235}$ এর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রনের সংখ্যা কত? (What is the number of electrons in a nucleus of $_{92}U^{235}$?) **[RUET'24-25]**
(a) 92 (b) 0 (c) 235 (d) 143
(e) 327 ⓑ

Sol^n: নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকে না।

03. $^{18}_{8}O$ পরমাণুতে নিউক্লিয়ন সংখ্যা কত? **[SUST'24-25]**
(a) 26 (b) 10 (c) 18 (d) 8 ⓒ

04. What amount of energy will be released if a mass of 1 amu is completely converted into energy? (যদি 1 amu ভর সম্পূর্ণভাবে শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তবে কত পরিমাণ শক্তি নির্গত হবে?) **[IUT'21-22]**
(a) 934.03 MeV (b) 994.03 MeV
(c) 834.03 MeV (d) 894.03 MeV ⓐ

05. $^{16}_{8}O$ এর প্রকৃত ভর 15.9949 amu হলে প্রতিটি নিউক্লিয়নের বন্ধন শক্তি MeV তে কত হবে? [নিউট্রন, প্রোটন ও ইলেকট্রনের ভর যথাক্রমে 1.0086, 1.0078 এবং 0.00054 amu] **[KUET'18-19]**
(a) 12 (b) 10 (c) 8 (d) 6
(e) 4 ⓒ

Sol^n: $\frac{B.E.}{A} = \frac{\Delta m \times 931.5}{16}$ MeV

$= \frac{(8\times1.0086+8\times1.0078-15.9949)\times931.5}{16}$ MeV $= 8$ MeV

06. কোন দেশের উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ বছরে 6.8×10^{11}kWh। রূপান্তরিত ভরের পরিমাণ কত? **[KUET'18-19]**
(a) 22kg (b) 27.2kg
(c) 26.8kg (d) 27kg
(e) 28.4×10^{3}gm ⓑ

Sol^n: $E = mc^2 \Rightarrow 6.8\times10^{11}\times3.6\times10^{6}$
$= m\times(3\times10^{8})^{2} \Rightarrow m = 27.2$kg

07. ক্লোরিন ($^{35}_{17}Cl$) পরমাণুর ভর 34.9800 amu। প্রতিটি নিউক্লিয়ন এর গড় বন্ধন শক্তি কত? [দেওয়া আছে নিউট্রন এর ভর $^{1}_{0}n = 1.008665$ এবং প্রোটন এর ভর $^{1}_{1}H = 1.007825$ amu] **[KUET'15-16]**
(a) −136 eV (b) 8.22 MeV
(c) 288 MeV (d) 8.22 eV
(e) 3498 MeV ⓑ

Sol^n: ভর ত্রুটি,
$\Delta m = (A-Z)m_n + Zm_p - M_{nucleus}$
$= (35-17)\times1.008665 + 17\times1.007825 - 34.9800 = 0.308995$ amu
$= 0.308995\times1.6605\times10^{-27}$kg
∴ বন্ধন শক্তি, $E = (\Delta m)c^2 = 4.6178\times10^{-11}$
প্রতি নিউক্লিয়নে গড় বন্ধন শক্তি $= \frac{E}{A} = 1.3194\times10^{-12}J = 8.25\times10^{6}eV \approx 8.22MeV$

08. $_{93}Np^{237}$এর ভর ত্রুটি (mass defect) 1.65 amu হলে, ইহার বন্ধন শক্তি ক্যালরিতে কত হবে? **[KUET'13-14; IUT'12-12]**
(a) 24.65×10^{-4} (b) 2.46×10^{-11}
(c) 5.89×10^{-11} (d) 5.67×10^{-11} ⓒ

Sol^n: $E = \Delta mc^2 = \frac{1.65\times1.66\times10^{-27}\times(3\times10^{8})^{2}}{4.18}$ cal
$= 5.89\times10^{-11}$cal

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলভ

01. একটি হিলিয়াম ($^{4}_{2}He$) নিউক্লিয়াসের কণা প্রতি বন্ধনশক্তি নির্ণয় কর। [একটি প্রোটনের ভর = 1.00728 amu, একটি নিউট্রনের ভর = 1.00876 amu, হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর = 4.00276 amu এবং 1 amu = 931 MeV] **[BUTEX'18-19]**

Sol^n: $\Delta m = 2\times1.00876 + 2\times1.00728 - 4.00276$
$= 0.02932$ amu
∵ বন্ধনশক্তি $= \Delta m\times931.3$ MeV $= 27.311$ MeV
∴ কণা প্রতি বন্ধনশক্তি $= \frac{27.311}{4} = 6.828$ MeV/nucleon

T-06: নিউক্লিয় ফিশন ও ফিউশন

কনসেপ্ট রিভিউ

- **ফিউশন:** দুটি হালকা নিউক্লিয়াস মিলিত হয়ে অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন (উদাহরণ- সূর্য, H-বোমা)।
- **ফিশন:** ভারী পরমাণু ভেঙ্গে একাধিক নিউক্লিয়াস তৈরি হওয়া (উদাহরণ: পারমাণবিক বোমা)।
- ইউরেনিয়ামের প্রতি ফিশনে 200 MeV শক্তি নির্গত হয়।
  U → ছোট ছোট কণা (ফিশন); H → বড় কণা (ফিউশন);
- 4: H → $^{4}_{2}He$ প্রতি ফিউশনে 26 MeV শক্তি নির্গত হয়।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুভ

1. প্রতি ফিশনে 100 MeV শক্তি নির্গত হলে 16 MW ক্ষমতা উৎপাদনে প্রতি সেকেন্ডে কতটি ফিশন সম্পন্ন করতে হবে? **[CUET'25-26; BUET'23-24]**

(a) 1.0×10^{16} (b) 1.6×10^{16}
(c) 1.0×10^{18} (d) 1.5×10^{18}
(e) 2.0×10^{18} ⓒ

Sol^n: $nE = Pt$ | $E = 100\ \text{MeV} = 100 \times 1.6 \times 10^{-13}\text{J}$

$\Rightarrow n \times 100 \times 1.6 \times 10^{-13}$

$= 16 \times 10^{6} \times 1$

$\Rightarrow n = 1 \times 10^{18}$ টি

2. রূপপুর পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের উৎপাদন ক্ষমতা 2400 MW । এতে জ্বালানি হিসাবে U^{235} ব্যবহার করা হবে। এক বছর পর এক মৌল জ্বালানি হতে 9.2755×10^{11}টি পরমাণু ক্ষয় হয়ে যায়। একটি ফিশন হতে 200 MeV শক্তি পাওয়া যায়। উক্ত বিদ্যুৎ কেন্দ্রে এক বছর কী পরিমাণ জ্বালানি খরচ হবে? **[CKRUET'23-24]**

(a) 1536.1 kg (b) 1436.1 kg
(c) 936.1 kg (d) 921.6 kg
(e) 977.3 kg ⓓ

Sol^n: $W = Pt = 2400 \times 10^{6} \times 365 \times 24 \times 3600$

$= 7.56864 \times 10^{16}\text{J}$

$200\ \text{MeV} = 200 \times 10^{6} \times 1.60 \times 10^{-19}\text{J}$

$= 3.2 \times 10^{-11}\text{J}$

$\equiv$ 1টি U-235 পরমাণু

$7.56864 \times 10^{16}\text{J} \equiv \frac{7.56864 \times 10^{16}}{3.2 \times 10^{-11}}$টি

$= 2.3652 \times 10^{27}$ টি পরমাণু

$\therefore$ পরিমাণ $= \frac{2.3652 \times 10^{27}}{N_A} \times 0.235 = 922.832\ \text{kg}$

$\approx 921.6\ \text{kg}$

03. Bangladesh uses $1.2 \times 10^{17}\text{J}$ of electrical energy per year. If all this energy came from the fission of ^{235}U at Ruppur nuclear power plant which releases 200 MeV per fission event. How many kilograms of ^{235}U would be used per year?
(1 atomic mass of $= 1.6605 \times 10^{-27}\text{kg}$, $1\ \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{J}$) (বাংলাদেশ প্রতি বছর $1.2 \times 10^{17}\text{J}$ বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে। যদি এই সম্পূর্ণ শক্তিই রূপপুর পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রে ^{235}U -এর ফিশন থেকে উৎপন্ন হয়, যেখানে প্রতিটি ফিশন ইভেন্টে 200 MeV শক্তি নির্গত হয়, তাহলে প্রতি বছর কত কেজি ^{235}U ব্যবহৃত হবে? (1 অ্যাটমিক ভর $= 1.6605 \times 10^{-27}\text{kg}$, $1\ \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{J}$) **[IUT'19-20]**

(a) 1463 kg (b) 1250 kg
(c) 1360 kg (d) 1420 kg ⓐ

Sol^n: $W = 1.2 \times 10^{17}\text{J}$

$200\ \text{MeV} = 200 \times 1.6 \times 10^{-3}\text{J}$

Now, $1.2 \times 10^{17}\text{J} \equiv \frac{1.2 \times 10^{-17}}{200 \times 1.6 \times 10^{13}}$

$= 3.75 \times 10^{27}$ atoms

So, mass $= \frac{3.75 \times 10^{27}}{6.023 \times 10^{23}} \times 235 \times 10^{-3}$

$= 1463.87\ \text{kg}$

04. ফিশন বিক্রিয়ায় প্রতিটি নিউক্লিয়াস থেকে নিঃসৃত শক্তির পরিমাণ- **[BUET'13-14]**

(a) 200 MeV (b) 931 MeV
(c) 200 eV (d) 200 GeV ⓐ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01. একটি নিউক্লিয়াস চুল্লী শক্তির উৎপাদন করার জন্য প্রতিদিন [1 দিনে] 20 kg ইউরোনিয়াম লাগে। এতে প্রতি ফিশনে 200 MeV শক্তি উৎপন্ন হয়। চুল্লির ক্ষমতা কত? **[BUTEX'24-25]**

Sol^n: একদিনে উৎপন্ন শক্তি,

$E = N \times 200\ \text{MeV}$

$= \frac{W}{M} \times N_A \times 200 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}$

| $\frac{W}{M} = \frac{N}{N_A}$ $\therefore N = \frac{W}{M} \times N_A$

$= \frac{20 \times 10^{3}}{235} \times 6.023 \times 10^{23} \times 200 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= 1.64 \times 10^{15}\ \text{J}$

$\therefore$ ক্ষমতা, $P = \frac{E}{t} = \frac{1.64 \times 10^{15}}{24 \times 60 \times 60} = 1.89 \times 10^{10}\ \text{W}$ **(Ans.)**

02. $^{235}_{92}\text{U}$ এর একটি ফিশন বিক্রিয়ায় 200 MeV শক্তি উৎপন্ন হয়। এরূপ 2 gm $^{235}_{92}\text{U}$ হতে নির্গত শক্তির পরিমাণ kWh-এর নির্ণয় কর। **[BUET'23-24, 20-21]**

Sol^n: 2gm $^{235}_{92}\text{U} = \frac{2}{235} \times 6.02 \times 10^{23}$ টি পরমাণু

$= 51.234 \times 10^{20}$

1 টি পরমাণু $\equiv 200 \times 1.6 \times 10^{-13}\text{J}$

$\therefore 51.234 \times 10^{20}$ টি পরমাণু

$\equiv 200 \times 1.6 \times 10^{-13} \times 51.234 \times 10^{20}$

$= 1.6395 \times 10^{11}\text{J} = \frac{1.6335 \times 10^{11}}{3.6 \times 10^{6}} = 45541.33\ \text{kWh}$

03. একটি পারমাণবিক চুল্লিতে ^{235}U নিউক্লিয়ার ফিশন প্রক্রিয়ায় 200 MeV শক্তি উন্মুক্ত করে। ঐ চুল্লিটির দক্ষতা 10% এবং এটির ক্ষমতা 1000 MW। চুল্লিটি 10 বছর চালাতে কতটুকু ইউরেনিয়াম লাগবে? [$1eV = 1.602 \times 10^{-19}J$, Avogadro's Constant $= 6.023 \times 10^{23}$ $mole^{-1}$] **[CUET'24-25; BUET'18-19]**

Solⁿ: প্রয়োজনীয় ক্ষমতা $= \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1000}{0.1} MW$

$= 10000MW = 10000 \times 10^6 W = 10^{10} W$

∴ 10 বছরে মোট শক্তি দরকার

$= Pt = 10^{10} \times 86400 \times 365 \times 10J = 3.1536 \times 10^{18} J$

1 টি ^{235}U ফিশনে শক্তি = 200 MeV

$= 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} J = 3.2 \times 10^{-11} J$

∴ ইউরেনিয়াম দরকার $= \frac{3.1536 \times 10^{18} J}{3.2 \times 10^{-11}}$ atoms

$= 9.855 \times 10^{28}$ atoms $= 1.63623 \times 10^5$ mole

$= 1.63623 \times 10^5 \times 235 \times 10^{-3} kg$

$= 3.8451 \times 10^4$ kg **(Ans.)**

T-07: বিবিধ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে একটি বিটা কণা নির্গত হলে কী ঘটে? (What does happen when a beta particle emits from the nucleus of an atom? **[RUET'24-25]**

(a) Atomic number decreases by one
(b) Mass number decreases by one
(c) No change happens
(d) Atomic number decreases by two
(e) Atomic number increases by one ⓔ

Solⁿ: বিটা ক্ষয়: $^1_0n \rightarrow {}^1_1p + \beta$-রশ্মি+শক্তি

∴ পারমাণবিক সংখ্যা 1 বাড়ে।

02. কোন রশ্মিতে চার্জ থাকে না? **[BUET'21-22]**

(a) α (b) β (c) γ (d) None ⓒ

03. How many nuclei are there in 1 kg aluminum? (Atomic mass of aluminum = 26.98153 amu, 1 amu $= 1.66 \times 10^{-27}$ kg) (1 kg অ্যালুমিনিয়ামে কী পরিমাণ নিউক্লিয়াস থাকে? (অ্যালুমিনিয়ামের পারমাণবিক ভর = 26.98153 amu, 1 amu $= 1.66 \times 10^{-27}$ kg)) **[IUT'17-18]**

(a) 2.23×10^{26} nuclei (b) 2.23×10^{25} nuclei
(c) 4.46×10^{25} nuclei (d) 4.46×10^{20} nuclei ⓑ

Solⁿ: Mass of 1 atom is $26.981 \times 1.66 \times 10^{-27}$ kg

In $26.981 \times 1.66 \times 10^{-27}$ kg, there is 1 nucleus

∴ In 1 kg there is $\frac{1}{26.981 \times 1.66 \times 10^{-27}}$

$= 2.23 \times 10^{25}$ nucleus

04. $^{210}_{83}Bi$ তেজস্ক্রিয় বিকিরণের পর $^{210}_{84}Po$ মৌলটি তৈরি করে। এখানে বিকিরণের ধরন হচ্ছে- **[BUET'13-14]**

(a) β-decay (b) α-decay
(c) α and β-decay (d) γ-decay ⓐ

Solⁿ: $^{210}_{83}Bi - {}^{0}_{-1}e = {}^{210}_{84}Po$.

05. সবচেয়ে শক্তিশালী ননআয়োনাইজিং রেডিয়েশন হল-

(a) অতি বেগুনী রশ্মি (b) রাডার **[BUET'12-13]**
(c) মাইক্রোওয়েভ (d) অবলোহিত রশ্মি ⓓ

06. পাশের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় x হচ্ছে:

$^9_4Be + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + x$ **[CUET'11-12]**

(a) electron (b) proton
(c) neutron (d) None of these ⓒ

Solⁿ: x এর ভর সংখ্যা $= 9 + 4 - 12 = 1$

এবং প্রোটন সংখ্যা $= 4 + 2 - 6 = 0$

∴ x এর সংকেত ^1_0n, এটি হল neutron.

07. যখন একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে একটি বিটা কণা নির্গত হল, তখন- **[BUET'10-11]**

(a) পারমাণবিক সংখ্যা এক কমে যায়
(b) ভর সংখ্যা এক কমে যায়
(c) পারমাণবিক সংখ্যা এক বেড়ে যায়
(d) পারমাণবিক সংখ্যা দুই কমে যায় ⓒ

Solⁿ: $n \rightarrow \beta^- + p^+$ সুতরাং, পারমাণবিক সংখ্যা 1 বাড়ে, ভর সংখ্যা স্থির থাকে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. (i) রেডিয়ামের গড় আয়ু 2294 বছর। অর্ধায়ু কত?

(ii) যে সমস্ত মৌলিক উপাদানের ভর সংখ্যা সমান তাদের কী বলা হয়?

(iii) কোন ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4×10^{-7}m। এর রৈখিক ভরবেগ কত?

(iv) পারমাণবিক বোমা তৈরি হয় কোন পদ্ধতিতে? **[BUTEX'09-10]**

Solⁿ: (i) $T_{\frac{1}{2}} = 0.693 \times \tau = 0.693 \times 2294y$

$= 1589.74$ yrs

(ii) আইসোবার

(iii) $P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 10^{-7}} = 1.6575 \times 10^{-27}$ $kgms^{-1}$

(iv) নিউক্লিয় ফিশন (Fission) পদ্ধতিতে

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের ইলেকট্রনটি এক সেকেন্ডে কত বার আবর্তন করবে? প্রথম কক্ষের ব্যাসার্ধ $r_1 = 0.53$ Å এবং প্রথম কক্ষে ইলেকট্রনের বেগ $\frac{1}{137}c$। [ইস্হাক স্যার]

(a) 1.52×10^{-16} (b) 6.58×10^{15}

(c) 4.38×10^{-15} (d) 2.5×10^{16}

02. $^{16}_{8}O$ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ হলো $R_1 = 3 \times 10^{-15}$ m। $^{205}_{82}Pb$ এর ব্যাস কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) 3.5 fm (b) 7 fm (c) 6 fm (d) 14 fm

03. হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনকে কেন্দ্র করে 0.53 Å ব্যাসার্ধবিশিষ্ট অরবিটে আবর্তন করে। ইলেকট্রনটির কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় করো।

$[m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C এবং

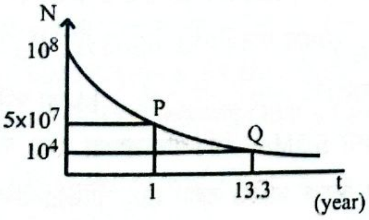
$\varepsilon_0 = 8.84 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-1}]$ [ইস্হাক স্যার]

(a) 9×10^{22} rad s^{-2} (b) 8.7×10^{22} rad s^{-2}

(c) 5.7×10^{22} rad s^{-2} (d) None

04. $_{99}Th^{232}$ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ পরপর 6টি আলফা কণা ও 4টি বিটা কণা নিঃসৃত করে। এর ফলে উৎপন্ন আইসোটোপটি কী হবে? [সেলু স্যার]

(a) $^{208}_{82}Pb$ (b) $^{212}_{83}Bi$ (c) $^{216}_{84}Po$ (d) $^{210}_{81}Tl$

05. 

একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের N (পরমাণু সংখ্যা) বনাম t লেখ পাশে দেখানো হলো পদার্থটির অর্ধায়ু কত বছর?

(a) 13.3 (b) 1 (c) $\frac{1}{2}$ (d) None

06. হাইড্রোজেনের 10 তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কত?

$[r_o = 0.53$Å$]$

(a) 5.3×10^{-10}m (b) 53×10^{-10}m

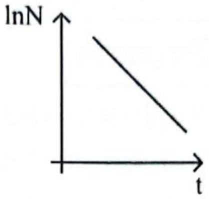
(c) 53×10^{-8}m (d) 5.3×10^{-8}m

07. যদি কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের $\frac{1}{2}$ অংশ ক্ষয় হতে T সময় লাগে, তবে $\frac{2}{3}$ অংশ ক্ষয় হতে সময় লাগবে–

(a) $\frac{2}{3}T$ (b) $\ln\left(\frac{2}{3}\right)T$

(c) $T\log_2 3$ (d) কোনোটিই নয়

08. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের ln N বনাম t লেখচিত্র।



$3600y + x = 82800$ সমীকরণের গ্রাফের অনুরূপ (সকল রাশি SI একক)। পদার্থটির অবক্ষয় ধ্রুবক–

(a) $82800s^{-1}$ (b) $\frac{1}{82800}s^{-1}$

(c) $3600s^{-1}$ (d) $\frac{1}{3600}s^{-1}$

09. Li পরমাণুর ৩য় কক্ষপথে পরিভ্রমণরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত kgm^2s^{-1}?

(a) 3.16×10^{-34} (b) 2.16×10^{-34}

(c) 4.5×10^{-33} (d) 5×10^{-34}

10. হীরকে (প্রতিসরণাঙ্ক= 2.414) যে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.8nm, তা যদি Na পরমাণুতে আপতিত হয়, তাহলে নিচের কোনটি সঠিক?

(a) Na^+ গঠিত হবে

(b) ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তরে গিয়ে আবার নিম্নস্তরে ফিরে আসবে

(c) ইলেকট্রন স্থির থাকবে (d) কোনোটিই নয়

11. A, B ও C তিনটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু যথাক্রমে T_A, T_B ও T_C এবং তাদের ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে λ_A, λ_B ও λ_C [এখানে, $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$] নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? [ইস্হাক স্যার, সেলু স্যার]

(a) $T_B > T_A > T_C$ (b) $T_C > T_A > T_B$

(c) $T_C > T_B > T_A$ (d) $T_A > T_B > T_C$

12. দুই ঘণ্টা পর কোনো তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রাথমিক পরিমাণের $\frac{1}{16}$ অংশ অক্ষত থাকে। উক্ত তেজস্ক্রিয় বস্তুর অর্ধায়ু হলো– [ইস্হাক স্যার]

(a) 15 মি. (b) 30 মি. (c) 45 মি. (d) 60 মি.

13. 14 min শেষে তেজস্ক্রিয় Polonium এর $\frac{1}{16}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে। মৌলটির অর্ধায়ু কত? [ইস্হাক স্যার]

(a) $\frac{7}{8}$min (b) $\frac{8}{7}$min (c) $\frac{7}{2}$min (d) $\frac{14}{3}$min

14. ^{198}Au এর অবক্ষয় ধ্রুবক প্রতিদিন 0.257। ^{198}Au -এর অর্ধায়ু কত? [তপন স্যার]

(a) 0.27 days (b) 0.72 days

(c) 7.20 days (d) 2.70 days

15. নিউট্রনের ভর 1.00867 amu ও প্রোটনের ভর 1.00783 a.m.u, ডিউটেরণ বন্ধন শক্তি 2.23 MeV হলে ভর কত? (1 amu = 931 MeV)

(a) 3.041 amu (b) 2.014 amu

(c) 4.014 amu (d) 5.012 amu

MCQ উত্তরমালা

01. b	02. d	03. d	04. a	05. b
06. b	07. c	08. d	09. a	10. a
11. c	12. b	13. c	14. d	15. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি স্থির নিউক্লিয়াস হঠাৎ দুই টুকরোয় বিভক্ত হলো। টুকরো দুটির বেগের অনুপাত 1 : 27 হলে তাদের ব্যাসার্ধের অনুপাত কত? **[ইস্হাক স্যার][Ans: 3 : 1]**

02. পারমাণবিক দুর্ঘটনার ফলে কোনো একটি কক্ষে 20 d অর্ধায়ু সম্পন্ন কিছু পরিমাণ তেজস্ক্রিয় পদার্থে প্রবিষ্ট হলো। পরীক্ষা করে দেখা গেল যে, তেজস্ক্রিয় বিকিরণের মাত্রা স্বাভাবিক মাত্রার চেয়ে 64 গুণ বেশি। কতদিন পরে ঘরটিকে নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে? **[ইস্হাক স্যার][Ans: 120 days]**

03. হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন উত্তেজিত $n = 4$ অবস্থা থেকে ভূমিস্তরে আসলে সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। **[ইস্হাক স্যার][Ans: 18756.2 Å, 972.544 Å]**

04. কী হারে U^{235} নিউক্লিয়াস বিভাজিত হলে 10 W ক্ষমতা উৎপন্ন হবে? ধরো, একটি U^{235} নিউক্লিয়াসের ফিশনে উৎপন্ন শক্তি 200 MeV। **[ইস্হাক স্যার]**
[Ans: 3.125×10^{11} decay s^{-1}]

05. $^{27}_{13}Al$ এর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ ও ঘনত্ব নির্ণয় কর।
(দেওয়া আছে, $R_0 = 1.2 \times 10^{-15} m$,
$m_p = m_n = 1.66 \times 10^{-27} kg$) **[ইস্হাক স্যার]**
[Ans: $3.6 \times 10^{-15} m$, $2.3 \times 10^{17}\ kg\ m^{-3}$]

06. নিউক্লিয়াসের গড় ব্যাসার্ধ $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$,
এখানে $r_0 = 1.2 \times 10^{-15} m$ নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব ও পানির ঘনত্বের অনুপাত নির্ণয় কর। ধর, নিউট্রন ও প্রোটনের ভর 1.67×10^{-27} kg। **[ইস্হাক স্যার] [Ans: 2.3072×10^{14}]**

07. একজন রোগীর শরীরে 10μg এর একটি ^{228}Ra ট্যাবলেট রাখা হলো। 24 ঘণ্টা পর রোগী নিরাপদ থাকবে কি?
[দেওয়া আছে, 2.23×10^{13} টি পরমাণু বিয়োজিত হলে রোগী বিপদগ্রস্ত হবে এবং ^{228}Ra এর অর্ধায়ু 1600 বছর।]
[তপন স্যার][Ans: রোগী নিরাপদ থাকবে]

08. একটি প্রাচীন সভ্যতার একটি কাঠের খেলনার তেজস্ক্রিয়তার মান 12 count gm^{-1}। খেলনা কাঠটির নতুন অবস্থায় তেজস্ক্রিয়তার মান 20 count gm^{-1}। তেজস্ক্রিয় কার্বনের (C − 14) অর্ধায়ুকাল 5600 বছর। **[প্রামাণিক স্যার]**
(i) তেজস্ক্রিয় কার্বনের অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় করো।
[Ans: 1.238×10^{-4} year^{-1}]
(ii) কাঠের খেলনা থেকে ঐ সভ্যতার বয়স নির্ণয় করা সম্ভব কি? তোমার মতামত দাও। **[Ans: 4127 year]**

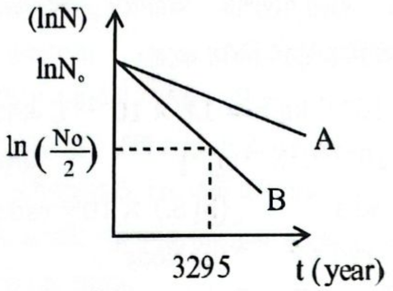
09. একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের শক্তি −13.6 eV। একটি ইলেকট্রন দ্বিতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে গমন করলে নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক কত হবে নির্ণয় করো। **[প্রামাণিক স্যার][Ans: 2.463×10^{15} Hz]**

10. নিম্নলিখিত ফিশান বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ বের করো:
$^{235}U + n \rightarrow {}^{140}Ce + {}^{94}Zr + 2n$; যেখানে, ^{235}U এর ভর 235.04392 amu, ^{140}Ce এর ভর 139.90543 amu, ^{94}Zr এর ভর 93.90631 amu এবং n এর ভর 1.008665 amu। **[সেলু স্যার][Ans: 208.2 MeV]**

11. কোনো প্রদত্ত সময়ে একটি নমুনায় 25% তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস আছে। 10 s পরে ঐ সংখ্যা 12.5% এ নেমে আসে। কখন তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াসের সংখ্যা ঐ হ্রাসপ্রাপ্ত সংখ্যার 6.25% হবে? **[সেলু স্যার][Ans: 50 s]**

12. রেডনের অর্ধায়ু 3.82 day। প্রারম্ভিক অবস্থায় কী পরিমাণ রেডন থাকলে 10 দিনে 5g ক্ষয়প্রাপ্ত হবে? **[Ans: 5.973 gm]**

13. A এবং B দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের ln N বনাম t লেখ চিত্র নিম্নরূপ।



(i) B বস্তুটির অর্ধায়ু, গড় আয়ু এবং ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর।
[Ans: 3295 years, 4753.68 years, $2.1 \times 10^{-4} y^{-1}$]
(ii) "A বস্তুটি B বস্তুর চেয়ে অধিক তেজস্ক্রিয়"– উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। **[Ans: উদ্দীপকের উক্তিটি যথার্থ নয়]**

14. বামার সিরিজ H_α রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6563 Å। H_β রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। **[Ans: 4861 Å]**

15. একটি আলফা কণা 5.3MeV গতিশক্তিসম্পন্ন হয়ে সরাসরি Cu নিউক্লিয়াসের দিকে ধাবিত হল। Cu নিউক্লিয়াস এবং আলফা কণার মধ্যবর্তী সর্বনিম্ন দূরত্ব নির্ণয় কর, যখন বলা আছে, পুরো সময় ধরে Cu নিউক্লিয়াস স্থির ছিল।
[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02] [Ans: 1.576×10^{-14} m]

16. সৈকত বিভিন্ন কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষণের ওপর গবেষণা করছিল। এক পর্যায়ে সে দেখল Li^{2+} আয়নের একমাত্র ইলেকট্রনটি এর প্রথম কক্ষপথে অবস্থান করছে এবং একটি ফোটন কণা এসে একে আঘাত করে ইলেকট্রনটিকে তার শেষ কক্ষপথে নিয়ে গেল। **[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-02]**
উক্ত ফোটন যদি কোনো হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনকে আঘাত করে তবে কী ঘটবে বলে তুমি মনে কর?

17. ধরি, ^{40}K ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে ^{40}Ca অথবা ^{40}Ar এ পরিণত হতে পারে এবং এই উভয় প্রকার অবক্ষয়ের অর্ধায়ুই 1.26×10^{9} years. দেওয়া আছে, ^{40}Ca এবং ^{40}Ar এর উৎপাদনের অনুপাত 8.54: 1 কোন নমুনায় প্রারম্ভে শুধু ^{40}K ছিল, কিন্তু বর্তমানে এটিতে (ভরে) সমপরিমাণ ^{40}K এবং ^{40}Ar পাওয়া গেল। তাহলে, নমুনার বয়স কত?

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04] [Ans: 4.28×10^{9} years]

18. Po^{210} এর অর্ধায়ু 140 d। 1 g Po^{210} হতে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলো Po পরমাণু ক্ষয় ঘটবে এবং প্রতি সপ্তাহে এর তেজস্ক্রিয় কার্যকারিতা শতকরা কত হারে হ্রাস পাবে? [অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা, $N = 6.023 \times 10^{23}$]

[ইস্‌হাক স্যার, Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-04]
[Ans: 1.644×10^{14} decay/s, 3.406%]

19. একটি 200 MW রেটিংয়ের পারমাণবিক চুল্লিতে $^{2}H + ^{2}H \rightarrow ^{4}He$ নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়া ব্যবহারের প্রস্তাব করা হয়েছে। যদি চুল্লিতে এই বিক্রিয়া থেকে প্রাপ্ত শক্তি 25% দক্ষতায় ব্যবহৃত হয়, তবে প্রতিদিন কত গ্রাম ডিউটেরিয়াম জ্বালানি প্রয়োজন হবে? (^{2}H এবং ^{4}He-এর ভর যথাক্রমে 2.0141 u এবং 4.0026 u)। **[Advanced]**

[কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans: 121.1 g]

20. একটি 2000 MW-এর নিউক্লিয়ার রিঅ্যাক্টর 10 বছরে জ্বালানির অর্ধেক খরচ করে। এতে প্রথমে কত $^{235}_{92}U$ ছিল? ধরে নাও যে, রিঅ্যাক্টরটির সম্পূর্ণ সময়ের 80% কাজ করে এবং উৎপন্ন সমস্ত শক্তিই $^{235}_{92}U$ বিভাজন থেকে এসেছে এবং এই নিউক্লিয়াসটি বিভাজন প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। [প্রতিটি $^{235}_{92}U$ বিভাজনে 200 MeV শক্তি মুক্ত হয়]

[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-06] [Ans: 12304.4 kg]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (b);** $n = \frac{d}{2\pi r} = \frac{v \times t}{2\pi r} = \frac{\frac{1}{137} \times 3 \times 10^{8} \times 1}{2\pi \times 0.53 \times 10^{-10}} = 6.58 \times 10^{15}$

02. **Sol^n: (d);** $R_2 = R_1 \times \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{3}} = 3 \times 10^{-15} \times \left(\frac{205}{16}\right)^{\frac{1}{3}}$

$R_2 = 7 \times 10^{-15}$ m $= 7$ fm ∴ ব্যাস = 14 fm

03. **Sol^n: (d);** সমকৌণিক দ্রুতিতে ঘুরে, তাই কৌণিক ত্বরণ শূন্য।

04. **Sol^n: (a);** ভরসংখ্যা 24 কমবে।

∴ ভরসংখ্যা $= (232 - 24) = 208$

6টি α-কণা নিঃসরণে পারমাণবিক সংখ্যা 12 কমবে, β কণা নিঃসরণে 4 বাড়বে।

∴ পারমাণবিক সংখ্যা $= (90 - 12 + 4) = 82$

05. **Sol^n: (b);** $\frac{10^{8}}{2} = 5 \times 10^{7}$

∴ অর্ধেক হতে প্রয়োজনীয় সময় = 1 year ∴ $t_{\frac{1}{2}} = 1$ year।

06. **Sol^n: (b);** $r_n \propto n^2 \therefore \frac{r_n}{r_0} = \frac{n^2}{1^2}$

$\Rightarrow r_n = n^2 r_0 = 10^2 \times 0.53 = 53\,\text{Å} = 53 \times 10^{-10}$m

07. **Sol^n: (c);** $t_1 = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N_1} = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{\frac{N_0}{2}} = \frac{1}{\lambda}\ln 2$

$t_2 = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N_2} = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N_0 - \frac{2}{3}N_0} = \frac{1}{\lambda}\ln 3$

এখন, $\frac{t_2}{t_1} = \frac{\ln 3}{\ln 2} = \log_2 3 \Rightarrow t_2 = T\log_2 3$

08. **Sol^n: (d);** $\ln N_0 - \ln N = \lambda t$

$\Rightarrow \ln N + \lambda t = \ln N_0 \ldots\ldots\ldots (i)$

$3600y + x = 82800 \Rightarrow y + \frac{1}{3600}x = 23 \ldots\ldots\ldots (ii)$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই, $\lambda = \frac{1}{3600}s^{-1}$

09. **Sol^n: (a);** কৌণিক ভরবেগ,

$L = \frac{nh}{2\pi} = \frac{3 \times 6.63 \times 10^{-34}}{2\pi} = 3.16 \times 10^{-34}\ kgm^2s^{-1}$

10. **Sol^n: (a);** হীরকে যে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.8 nm

বাতাসে সেই তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে $= (2.8 \times 2.414)$nm $= 6.7592$ nm

যার শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1.989 \times 10^{-25}}{6.7592 \times 10^{-9}} = 2.94 \times 10^{-17}J = 184\ eV$

এবার, Na পরমাণুর শেষ ইলেকট্রন ৩য় শক্তিস্তরে, যার শক্তি, শুধু মান হিসেবে,

$E = \frac{Z^2me^4}{8n^2h^2\varepsilon_0^2} = \frac{11^2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times 3^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.854 \times 10^{-12})^2}\ J$

$= 181.75\ eV$

যেহেতু, ফোটনের শক্তি Na পরমাণুর ৩য় কক্ষপথের শক্তি অপেক্ষা বেশি, সেহেতু, Na^+ আয়ন গঠিত হবে।

11. **Sol^n: (c);** $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$

∴ $T_{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{\lambda}$ অর্থাৎ যার ক্ষয়ধ্রুবক সবচেয়ে বেশি তার অর্ধায়ু সবচেয়ে কম।

12. **Sol^n: (b);** সূত্র: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে nT sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

এখানে $\frac{1}{16}$ বা $\frac{1}{2^4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে দুই ঘণ্টা বা 120 মিনিটে।

এখানে, $n = 4$ ∴ অর্ধায়ু $= \frac{120}{4}$ বা 30 মি.।

13. **Sol^n: (c);** কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু T sec হলে nT sec পর মৌলটির $\frac{1}{2^n}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে।

এখানে, $\frac{1}{16}$ বা $\frac{1}{2^4}$ অংশ অবশিষ্ট থাকে 14 min শেষে।

∴ $4T = 14$ min. ∴ অর্ধায়ু, $T = \frac{14}{4} = \frac{7}{2}$ min

14. **Sol^n: (d);** $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln(2)}{0.257} \approx 2.7$ days

15. **Sol^n: (b);** ডিউটেরন হল ^2_1H। বন্ধনশক্তি $= 2.23$ MeV

$\therefore$ হারানো ভর, $\Delta m = \frac{2.23}{931} = 2.395 \times 10^{-3}$ a.m.u.

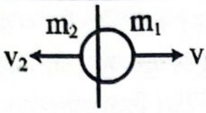
$\Delta m = \{1 \times m_p + (2-1) \times m_n\} - m$

$\Rightarrow m = 1.00867 + 1.00783 - 2.395 \times 10^{-3}$

$= 2.014$ a.m.u.

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n:**



$m_1 > m_2$

ভরবেগ সংরক্ষণশীলতা অনুযায়ী, $m_1v_1 = m_2v_2$

$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} = 27 \Rightarrow m_1 = 27m_2 \Rightarrow r_1^3 = 27r_2^3$

$\therefore r_1 : r_2 = 3 : 1$ **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $A = A_0e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{\ln(64)}{\lambda} = \frac{\ln(64)}{\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}}$

$\therefore t = T_{\frac{1}{2}} \times \frac{\ln 64}{\ln 2} = (6 \times 20) = 120$ days **(Ans.)**

03. **Sol^n:** সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে, $n_H = 4, n_L = 3$

$\therefore \frac{1}{\lambda_{max}} = R_H \times \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = 10967800 \times \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right)$

$\therefore \lambda_{max} = 1.87562 \times 10^{-6}$ m $= 18756.2$ Å **(Ans.)**

সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে, $n_H = 4, n_L = 1$

$\therefore \frac{1}{\lambda_{min}} = R_H \times \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = 10967800\left(1 - \frac{1}{16}\right)$

$\therefore \lambda_{min} = 9.72544 \times 10^{-8}$m $= 972.544$ Å **(Ans.)**

04. **Sol^n:** $P \times t = n \times E \Rightarrow n = \frac{P \times t}{E} = \frac{10 \times 1}{200 \times 1.6 \times 10^{-13}}$

$= 3.125 \times 10^{11}$ decay s^{-1} **(Ans.)**

05. **Sol^n:** ব্যাসার্ধ, $R = R_0 \times A^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times 10^{-15} \times (27)^{\frac{1}{3}}$

$= 3.6 \times 10^{-15}$m **(Ans.)**

$\therefore$ ঘনত্ব, $\rho = \frac{M}{V} = \frac{27 \times m_p}{\frac{4}{3}\pi R^3} \times \frac{27 \times 1.66 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (3.6 \times 10^{-15})^3}$

$= 2.3 \times 10^{17}$ kg m^{-3} **(Ans.)**

06. **Sol^n:** $\frac{\rho_N}{\rho_W} = \frac{\frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi R^3}}{1000} = \frac{\frac{3m}{4\pi r_0^3}}{1000} = \frac{3m}{4000\pi r_0^3} = \frac{3 \times 1.67 \times 10^{-27}}{4000\pi \times (1.2 \times 10^{-15})^3}$

$= 2.3072 \times 10^{14}$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** $W_0 = 10\ \mu g = 10^4$ ng; $W = W_0\ e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow W = 10^4 \times e^{-\left(\frac{\ln 2}{1600 \times 365} \times 1\right)}$; $W = 9999.988131$ ng

বিয়োজিত ভর $= (W_0 - W) = 0.011869$ ng

বিয়োজিত পরমাণু সংখ্যা $= \frac{0.011869}{228 \times 10^9} \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 3.135 \times 10^{10} < 2.23 \times 10^{13}$

$\therefore$ রোগী নিরাপদ থাকবে। **(Ans.)**

08. **Sol^n: (i)** অবক্ষয় ধ্রুবক,

$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{5600} = 1.238 \times 10^{-4}$ year^{-1} **(Ans.)**

(ii) $A = A_0\ e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{20}{12}\right)}{1.238 \times 10^{-4}} = 4127$ year **(Ans.)**

09. **Sol^n:** $E_1 = -13.6$ eV

$E_2 = \frac{E_1}{n^2} = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4$ eV

$\Rightarrow \Delta E = E_2 - E_1 = 10.2$ eV $\Rightarrow hf = 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$\therefore f = \frac{10.2 \times 1.6 \times 10^{19}}{6.626 \times 10^{-34}}$ Hz $= 2.463 \times 10^{15}$ Hz **(Ans.)**

10. **Sol^n:** ভরত্রুটি,

$\Delta m = (235.04392 + 1.008665)$

$-(139.90543 + 93.90631 + 2 \times 1.008665)$ amu

$= 0.223515$ amu

$\therefore$ শক্তি, $E = \Delta m \times 931.5$ MeV $= 208.2$ MeV **(Ans.)**

11. **Sol^n:** 10 s পর 25% থেকে 12.5% হয়।

$\therefore$ অর্ধায়ু $= 10$ s

t সময় পর 12.5% এর 6.25% বাকি থাকবে; অর্থাৎ, প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার $\frac{12.5}{100} \times 6.25\%$ বা, 0.78125% থাকবে।

$\therefore N = 0.78125\%\ N$; $t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{1 \times 100}{0.78125}\right)}{\frac{\ln 2}{10}} = 70$ s

25% হতে অর্থাৎ, $N = 25\%\ N_0 = \frac{1}{4}N_0$ হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t' = \frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{4}{1}\right)}{\frac{\ln 2}{10}} = 20$ s

$\therefore$ অতিরিক্ত সময় লাগে $= t - t' = (70 - 20)$ s $= 50$ s **(Ans.)**

12. **Sol^n:** $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{3.82} = 0.181$ day^{-1}

$N = N_0e^{-\lambda t} = N_0e^{-0.181 \times 10} = 0.163N_0$; $W \propto N$

$\therefore \frac{W}{W_0} = \frac{N}{N_0}\ \therefore W = 0.163m_0$

প্রশ্নমতে, $W_0 - W = 5 \Rightarrow W_0 - 0.163W_0 = 5$

$\Rightarrow W_0 = \frac{5}{1 - 0.163} = 5.973$ gm

বিকল্প: $t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2}\ln\left(\frac{N_0}{N}\right) \Rightarrow t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2}\ln\left(\frac{W_0}{W}\right)\ \left[\because \frac{N_0}{N} = \frac{W_0}{W}\right]$

$\Rightarrow 10 = \frac{3.82}{\ln 2}\ln\left(\frac{W_0}{W_0 - 5}\right)$ ……… (i)

(i) সমাধান করে পাই, $W_0 = 5.973$ gm

13. **Sol^n: (i)** চিত্র থেকে, তেজস্ক্রিয় পরমাণু N_0 থেকে $\frac{N_0}{2}$ হতে প্রয়োজনীয় সময়, $T_{\frac{1}{2}} = 3295$ years

$\therefore \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{3295} = 2.1 \times 10^{-4}y^{-1}$

$\therefore \tau = \frac{1}{\lambda} = 4753.68$ years

(ii) $t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N} \Rightarrow \lambda t = \ln N_0 - \ln N \Rightarrow \ln N = -\lambda t + \ln N_0$

lnN বনাম t লেখ $y = mx + c$ আকৃতির, যার ঢাল, $m = -\lambda$

তাই যে পদার্থের গ্রাফ বেশি ঢালু, তার λ এর মান বেশি এবং তার তেজস্ক্রিয়তা বেশি।

অতএব, B, A এর চেয়ে অধিক তেজস্ক্রিয়। সুতরাং, উদ্দীপকের উক্তিটি যথার্থ নয়।

14. **Sol^n:** বামার সিরিজে ১ম লাইনের তরঙ্গসংখ্যা,

$$\bar{\nu}_1 = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = \frac{5}{36}R_H \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{5}{36}R_H$$

আবার, H_β রেখা বা ২য় লাইনের তরঙ্গসংখ্যা,

$$\bar{\nu}_2 = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = \frac{3}{16}R_H \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = \frac{3}{16}R_H$$

তাহলে, $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{20}{27} \Rightarrow \lambda_2 = 4861\ \text{Å}$ **(Ans.)**

15. **Sol^n:** যেহেতু, ধনাত্মক Cu নিউক্লিয়াস ধনাত্মক আলফা কণাকে বিকর্ষণ করে, সেহেতু, আলফা কণার গতিশক্তি ক্রমশ কমবে এবং ধরি, Cu নিউক্লিয়াসের কেন্দ্র হতে সর্বনিম্ন r দূরত্বে আলফা কণার গতিশক্তি শূন্য হয় এবং শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে সমস্ত গতিশক্তি ঐ মুহূর্তে তড়িৎ বিভব শক্তিতে রূপান্তরিত হবে। ঐ বিভব শক্তি আসলে নিউক্লিয়াসের হতে r দূরত্বে আলফা কণাকে একেবারে মুহূর্তের জন্য থামিয়ে দিতে নিউক্লিয়াসের যে কাজ করতে হয়েছে তার সমান।

সুতরাং, $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{29|e|\times|e|\times 2}{r}$

$\Rightarrow 5.3 \times 1.6 \times 10^{-13} = \frac{9\times10^9 \times 58\times(1.6\times10^{-19})^2}{r}$

$\therefore r = 1.576 \times 10^{-14}\text{m}$

সুতরাং, আলফা কণা এবং কপার নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী সর্বনিম্ন দূরত্ব, $r = 1.576 \times 10^{-14}\text{m}$ যা প্রকৃত পক্ষে আলফা কণা এবং কপার নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধদ্বয়ের যোগফল অপেক্ষাও কিছুটা বড়।

$R = R_0A^{\frac{1}{3}}$ সূত্র ব্যবহার করে নিজেই Check করে দেখো। সুতরাং, আলফা কণা নিউক্লিয়াসের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় অথচ কখনও নিউক্লিয়াসকে প্রকৃতপক্ষে স্পর্শ করে না।

16. **Sol^n: (a)** কোনো ফোটন যদি কোনো পরমাণুর ইলেকট্রনকে আঘাত করে তবে দুটি ঘটনা ঘটতে পারে।

(i) ইলেকট্রনটি উচ্চ শক্তিস্তরে চলে যেতে পারে।

এখানে ফোটনের শক্তি < আঘাতপ্রাপ্ত ইলেকট্রনের মোট শক্তি।

(ii) ইলেকট্রনটি পরমাণু থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যেতে পারে।

এখানে ফোটনের শক্তি > আঘাতপ্রাপ্ত ইলেকট্রনের মোট শক্তি।

উদ্দীপকে প্রদত্ত ফোটনের মোট শক্তি

$E = h\upsilon = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.2 \times 10^{16} = 1.46 \times 10^{-17}\ \text{J} = \frac{1.46\times10^{-17}}{1.6\times10^{-19}}\text{eV} = 91.25\ \text{eV}$

হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি ইলেকট্রন প্রথম কক্ষপথে আবর্তন করে।

$\therefore$ এর মোট শক্তি $E = -\frac{me^4}{8\epsilon_0{}^2n^2h^2}$

$= \frac{-9.1\times10^{-31}\times(1.6\times10^{-19})^4}{8\times(8.85\times10^{-12})^2\times(6.63\times10^{-34})^2}$

$= -2.17 \times 10^{-18}\ \text{J} = \frac{-2.17\times10^{-18}}{1.6\times10^{-19}}\text{eV} = -13.6\ \text{eV}$

যেহেতু ফোটনের শক্তি > আঘাত প্রাপ্ত ইলেকট্রনের মোট শক্তি

সুতরাং ইলেকট্রনটি হাইড্রোজেন পরমাণু হতে মুক্ত হয়ে যাবে এবং H^+ গঠিত হবে।

17. **Sol^n:** প্রাপ্ত নমুনায়, ^{40}K এবং ^{40}Ar এর ভরের অনুপাত 1:1 আবার, বলা, আছে, ^{40}Ca এবং ^{40}Ar এর উৎপাদনের অনুপাত 8.54:1 অর্থাৎ, যতক্ষণে 1 অংশ ^{40}Ar উৎপন্ন হয় ততক্ষণে 8.54 অংশ ^{40}Ca উৎপন্ন হয়। তাহলে, সবমিলিয়ে, বর্তমানে নমুনায় ^{40}K, ^{40}Ar এবং ^{40}Ca এর ভরের অনুপাত = 1:1:8.54

যেহেতু, প্রত্যেকেরই ভর সংখ্যা সমান, সেহেতু, নমুনাতে উপস্থিত, ^{40}K, ^{40}Ar এবং ^{40}Ca এর পরমাণু সংখ্যার অনুপাত = 1:1:8.54

আর, উভয় প্রকার অবক্ষয়েরই অর্ধায়ু সমান, সেহেতু, উপরের অনুপাত থেকে সুস্পষ্টভাবেই বোঝা যাচ্ছে, প্রারম্ভিক ^{40}K পরমাণুর সংখ্যার $\frac{1}{1+1+8.54}$

বা, $\frac{1}{10.54}$ অংশ অবশিষ্ট আছে, তাহলে, $t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$

$= \frac{1.26\times10^9}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{N_0}{\frac{N_0}{10.54}}\right) = 4.28 \times 10^9$ years

সুতরাং, নমুনার বয়স $t = 4.28 \times 10^9$ years

18. **Sol^n:** $\frac{dN}{dt} = \lambda N = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times \frac{W}{m} \times N_A$

$= \frac{\ln 2}{140\times86400} \times \frac{1}{210} \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 1.644 \times 10^{14}\ \text{decay s}^{-1}$

$\therefore$ প্রতি সপ্তাহে তেজস্ক্রিয়তার শতকরা হ্রাস,

$\frac{A_0 - A}{A_0} = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-\left(\frac{\ln 2}{140}\times 7\right)}$

$= 0.03406 = 3.406\%$ **(Ans.)**

19. **Sol^n:** প্রতি বিক্রিয়ায় ভরের ঘাটতি, $\Delta m = 2(2.0141) - 4.0026$

$= 0.0256\ \text{u}$

প্রতি বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি, $Q = 0.0256 \times 931.5\ \text{MeV}$

$= 23.85\ \text{MeV} \approx 3.816 \times 10^{-12}\ \text{J}$

চুল্লির আউটপুট ক্ষমতা, $P_{out} = 200\ \text{MW} = 2 \times 10^8\ \text{W}$

প্রয়োজনীয় ইনপুট তাপীয় ক্ষমতা, $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{2\times10^8}{0.25}$

$= 8 \times 10^8\ \text{W}$

এক দিনে মোট প্রয়োজনীয় শক্তি, $E = P_{in} \times t$

$= 6.912 \times 10^{13}\ \text{J}$

প্রয়োজনীয় বিক্রিয়ার সংখ্যা, $N = \frac{E}{Q} = \frac{6.912\times10^{13}}{3.816\times10^{-12}}$

$\approx 1.811 \times 10^{25}$

প্রতি বিক্রিয়ায় ২টি ডিউটেরিয়াম পরমাণু লাগে, তাই মোট পরমাণু $N_D = 2N = 3.622 \times 10^{25}$

ডিউটেরিয়ামের ভর, $m = \frac{N_D}{N_A} \times M_D = \frac{3.622\times10^{25}}{6.022\times10^{23}} \times 2.0141$

$\approx 121.1\ \text{g}$ **(Ans)**

20. **Sol^n:** আমরা জানি, প্রতি গ্রাম $^{235}_{92}U$-এ উৎপন্ন শক্তি,

$E = \frac{6.023\times10^{26}\times200\times10^6\times1.6\times10^{-19}}{235}\ \text{Jkg}^{-1}$

10 বছরে মোট উৎপন্ন শক্তি = ক্ষমতা × সময় × 80%

$= (2000 \times 10^6) \times (10 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60) \times 80\%$

$\therefore$ ব্যয়িত $^{235}_{92}U$ -এর পরিমাণ,

$= \frac{0.8\times2000\times10^6\times10\times365\times24\times60\times60\times235}{6.023\times10^{26}\times200\times10^6\times1.6\times10^{-19}}\ \text{kg}$

$= \frac{0.8\times2\times365\times24\times36\times235\times10^{12}\times10^{-15}}{6.023\times2\times1.6}\ \text{kg}$

$= 6152.2\ \text{kg}$ (খরচকৃত জ্বালানি)

$\therefore$ শুরুতে ছিল $= 6152.2 \times 2 = 12304.4\ \text{kg}$

অধ্যায় ১০

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

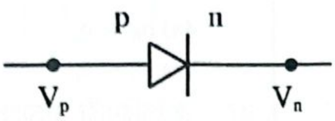
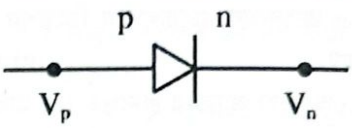
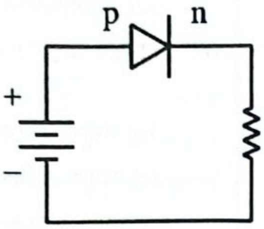
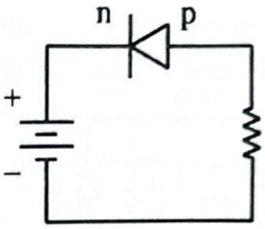
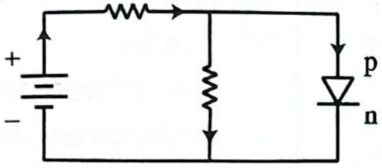
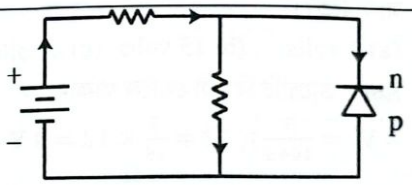
টপিক অ্যানালাইসিস

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

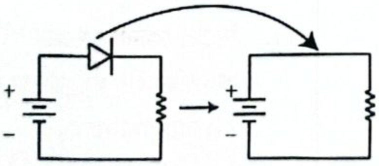
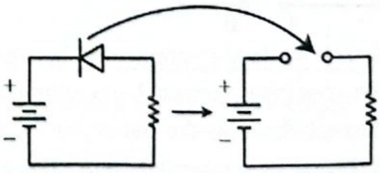
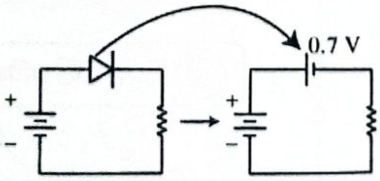
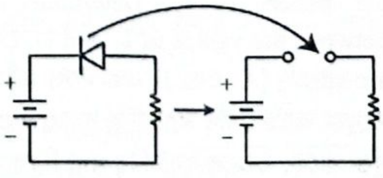
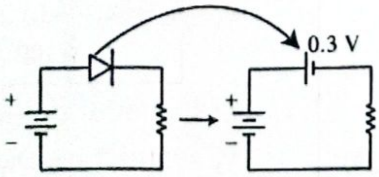
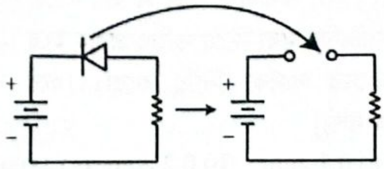
গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪✪	**T-01:** ডায়োড	11	04	BUET’24-25, 11-12, 10-11; CKRUET’23-24; BUTEX’15-16, 14-15, 12-13, IUT’23-24, 22-23; SUST’12-13	BUET’23-24, 22-23; CKRUET’23-24 BUTEX’10-11
✪	**T-02:** গতীয় রোধ	03	01	BUET’24-25; CUET’10-11 BUTEX’13-14; SUST’24-25	BUTEX’01-02
✪	**T-03:** রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক	-	01	-	BUET’25-26
✪✪✪	**T-04:** ট্রানজিস্টর	28	14	BUET’24-25, 23-24, 22-23, 21-22; KUET’24-25, 18-19, 14-15, 13-14; RUET'24-25, 13-14, 12-13, 09-10; CUET’25-26, 13-14; CKRUET’23-24, 22-23, 21-22; BUTEX'16-17, IUT’23-24, 21-22, 20-21, 19-20, 18-19, 16-17, 14-15, 11-12	BUET’25-26, 16-17; KUET’25-26 RUET'25-26, 18-19, 08-09, 07-08, 04-05, 03-04; CKRUET’20-21; BUTEX'23-24, 21-22; MIST’24-25, 23-24
✪	**T-05:** ট্রানজিস্টরে কির্শফের সূত্রের প্রয়োগ	-	04	-	BUET’24-25, 21-22, 19-20 MIST’22-23
✪✪	**T-06:** সংখ্যা পদ্ধতি	03	-	BUET’23-24; KUET'15-16 SUST’25-26	-
✪✪	**T-07:** লজিক গেইট	06	03	BUET’21-22; KUET'24-25; CUET’25-26; IUT’23-24, 22-23, 21-22	BUET’24-25, 21-22; CUET’24-25

T-01: ডায়োড

কনসেপ্ট রিভিউ

চেনার উপায়	সম্মুখী ঝোঁক (Forward Bias)	বিমুখী ঝোঁক (Reverse Bias)
চেনার উপায়-০১	 $V_P > V_n$	 $V_P < V_n$
চেনার উপায়-০২	 Battery এর(+) ve প্রান্ত diode এর p প্রান্তের সাথে যুক্ত হলে	 Battery এর (+) ve প্রান্ত diode এর n প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত হলে।
চেনার উপায়-০৩ (প্রথমে বর্তনীর প্রতিটি শাখায় তড়িৎপ্রবাহ স্বাভাবিক নিয়মে ধরে নেয়া)	 যদি diode এর মধ্যে current এর দিক p→ n হয়	 যদি diode এর মধ্যে current এর দিক n → p হয়

◆ সমস্যা সমাধানের পদ্ধতি:

ডায়োডের ধরন	Forward Bias	Reverse Bias
আদর্শ ডায়োড		
Si-Diode		
Ge-Diode		

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্যুভ

01. n-type সেমিকন্ডাক্টর কোন মৌল দ্বারা ডোপিং করা হয়? [BUET'24-25]

(a) P (b) Al (c) Si (d) B ⓐ

Sol^n: n-Type এর জন্য মৌল: P, As, Sb, Bi

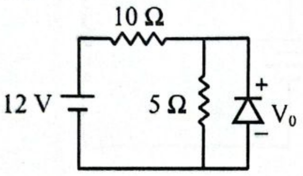
02. p-n জাংশনের সংযোগস্থলে ডিপ্লেশন লেয়ার কেন সৃষ্টি হয়? [BUET'24-25, 10-11]

(a) অপদ্রব্য আয়নের স্থানান্তর (b) আধান বাহকের ব্যাপন
(c) ইলেকট্রনের তাড়ন (d) হোলের তাড়ন ⓑ

03. সমন্বিত বর্তনী (IC) তে কী ব্যবহার হয়? [BUET'24-25]

(a) Si (b) Ge
(c) উভয় (d) কোনোটিই নয় ⓒ

04.

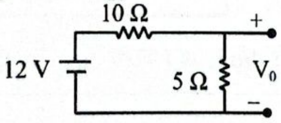


Refer to the following figure, what is the value of V_0 across the diode? (চিত্র অনুযায়ী ডায়োডে V_0 এর মান কত?) [IUT'23-24]

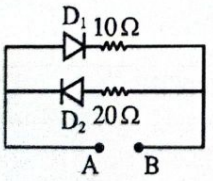
(a) 3 volts (b) 15 volts (c) 4 volts (d) 5 volts ⓒ

Sol^n: ডায়োটি বিমুখী ঝোকে থাকায়,

$\therefore V_0 = \frac{5}{10+5} \times 12 = \frac{5}{15} \times 12 = 4\text{ V}$



05.



A 2 V battery is connected between A and B. If the positive terminal is connected to A, the current through the battery is I_1. If the negative terminal is connected to A, the current through the battery is I_2, Determine the difference between the values of I_1 and I_2. (Assume diodes are ideal) [A এবং B এর মধ্যে একটি 2 V ব্যাটারি সংযুক্ত আছে। যদি ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত A এর সাথে যুক্ত থাকে, তাহলে ব্যাটারির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ হবে I_1। যদি ঋণাত্মক প্রান্ত A এর সাথে যুক্ত থাকে, তাহলে ব্যাটারির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ হবে I_2. I_1 এবং I_2এর মানের পার্থক্য নির্ণয় করো। (ধরে নাও, ডায়োডদ্বয় আদর্শ)] [IUT'22-23]

(a) 0.1 amp (b) 0.2 amp (c) 1 amp (d) 0 amp ⓐ

Sol^n: $I_1 = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}\text{A}$ (D_2 বিমুখী ঝোকে)

$I_2 = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}\text{A}$ (D_1 বিমুখী ঝোকে)

$\therefore \Delta I = I_1 - I_2 = \frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{1}{10} = 0.1\text{ amp}$

06. n-টাইপ অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সত্য? [BUTEX'15-16]

(a) $n_h = n_e$ (b) $n_h > n_e$
(c) $n_h < n_e$ (d) $n_h \approx n_e$ ⓒ

07. অর্ধপরিবাহী ডায়োডকে বলে- [BUTEX'14-15]

(a) রেকটিফায়ার (b) ট্রানজিস্টর
(c) অ্যামপ্লিফায়ার (d) ফেট ⓐ

08. জেনার ডায়োড কী ধরনের ঝোঁকে কাজ করে? [BUTEX'12-13]

(a) সম্মুখ ঝোঁকে (b) বিপরীত ঝোঁকে
(c) সম্মুখ ও বিপরীত উভয় ঝোঁকে
(d) সমান্তরালে ⓒ

09. সিলিকন মৌলের ক্ষেত্রে নিষিদ্ধ শক্তি ফাঁক (Forbidden energy) এর মান কত?[BUTEX'12-13]

(a) 1.1eV (b) 1eV
(c) 0.7eV (d) 0.3eV ⓐ

Sol^n: সিলিকনের জন্য নিষিদ্ধ শক্তি ফাঁক = 1.1eV, জার্মেনিয়ামের জন্য নিষিদ্ধ শক্তি ফাঁক = 0.7 eV

Si এর বিভবপ্রাচীর ভোল্টেজ 0.7 V, Ge এর বিভব প্রাচীর ভোল্টেজ 0.3V

10. নিচের কোনটির তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়? [SUST'12-13]

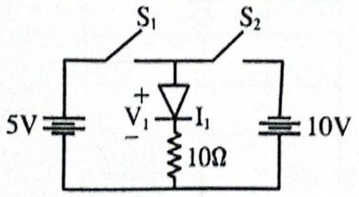
(a) Al (b) Fe (c) Ag (d) Si
(e) Cu ⓓ

11. নিচের কোনটিকে ডোপেন্ট হিসাবে ব্যবহার করলে p- টাইপ অর্ধপরিবাহীর ধর্ম পাওয়া যাবে না? [BUET'11-12]

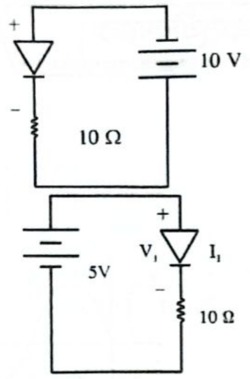
(a) অ্যালুমিনিয়াম (b) এন্টিমনি
(c) গ্যালিয়াম (d) ইন্ডিয়াম ⓑ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্যুভ

01.



(i) S_1 খোলা, S_2 বন্ধ, (ii) S_2 খোলা, S_1 বন্ধ; দুই ক্ষেত্রে, V_1 =?; I_1 =? [Ge Diode] [BUET'23-24]



Solⁿ: (i) S_1 খোলা, S_2 বন্ধ

বিমুখী ঝোকে,

$I_1 = 0A, V_1 = -10V$

(ii) S_2 খোলা, S_1 বন্ধ।

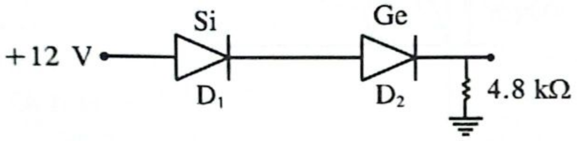
সম্মুখী ঝোক,

$I_1 = \frac{5-0.3}{10}$

$= 0.47A$

$V_1 = 0.3V$

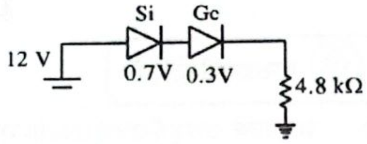
02.



Si ও Ge ডায়োড দুটির নী-ভোল্টেজ যথাক্রমে 0.7 V এবং 0.3 V। ডায়োড দুটি চিত্র অনুযায়ী সংযুক্ত। 4.8 kΩ রোধের মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? Ge ডায়োডটি উল্টাভাবে সংযোগ দিলে রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত হবে?

[CKRUET'23-24; BUET'22-23]

Solⁿ: তড়িৎ প্রবাহ:



$-12 + 0.7 + 0.3 +$
$4.8 \times 10^3 I = 0$

$I = \frac{12-1}{4.8\times10^3}$

$= 2.29$ mA

বিমুখী ঝোঁকে তড়িৎ প্রবাহিত হলে বিভব প্রাচীর বেড়ে যায় এবং Ge ডায়োড দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। ফলে, রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য শূন্য হয়।

03. (i) n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর কী? **[BUTEX'10-11]**

(ii) ট্রান্সডিউসার কী?

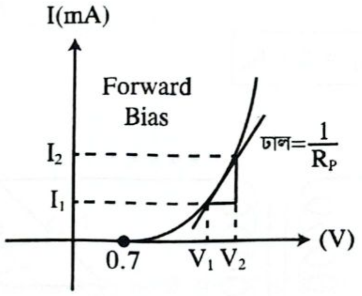
Solⁿ: (i) যে সব অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টরের সাথে ভেজাল হিসেবে পঞ্চযোজী মৌল সামান্য পরিমাণে মেশানো হয় তাদেরকে n-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর বলে।

(ii) Transducer হল এক ধরনের রূপান্তরক যা এক শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করে। যেমন- মাইক্রোফোন, TV Antenna ইত্যাদি।

T-02: গতীয় রোধ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ গতীয় রোধ, $R_P = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$



বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সল্ভ

01. কোন p-n জাংশনে 0.5 V বিভব পার্থক্য বৃদ্ধির জন্য 5 mA বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া যায়। জাংশনটির রোধ কত ওহম (Ω)? **[SUST'24-25]**

(a) 200 (b) 100 (c) 50 (d) 0 ⓑ

Solⁿ: $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.5}{5\times10^{-3}} = 100\ \Omega$

02. একটি p-n জংশনের মধ্যে 400mA তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনের ফলে এর দুই প্রান্তে 0.1V বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন হয়। ইহার রোধ কত? **[BUTEX'13-14, CUET'10-11]**

(a) 0.25Ω (b) 0.3Ω (c) 0.15Ω (d) 0.35Ω ⓐ

Solⁿ: $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.1}{0.4} = 0.25\Omega$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি p-n জংশনের বিভবান্তর 2.0-volt থেকে বাড়িয়ে 2.2-volt করা হল। এতে এর তড়িৎ প্রবাহ 400mA থেকে বেড়ে 800mA হল। গতীয় রোধ কত? **[BUTEX'01-02]**

Solⁿ: $\Delta I = (800 - 400)$mA

$= 400 \times 10^{-3}$A

$\Delta V = (2.2 - 2)$V

$= 0.2$V

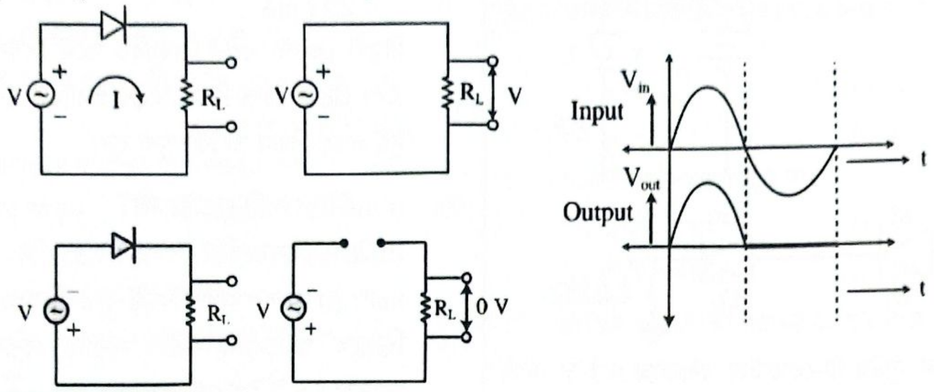
$\therefore R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.2}{400\times10^{-3}}$

$= 0.5\Omega$ **(Ans.)**

T-03: রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক

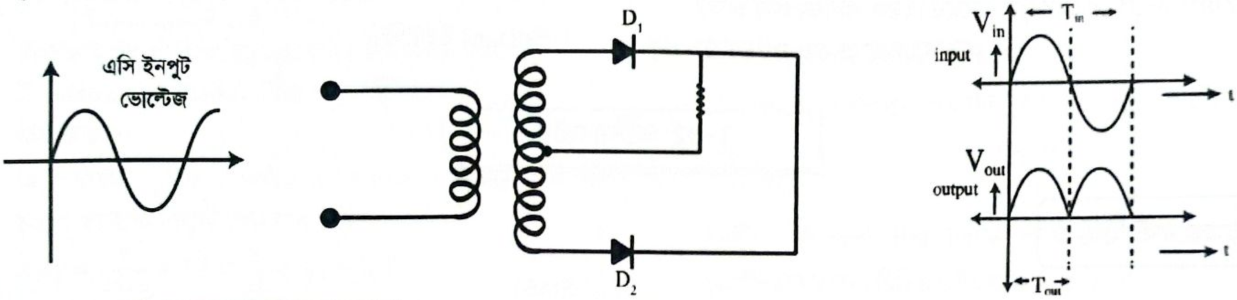
কনসেপ্ট রিভিউ

◆ অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ (**Half-Wave Rectification**):


V
+
−
I
R_L
V
+
−
R_L
V
V_{in}
Input
V_{out}
Output
t
t
V
−
+
R_L
V
−
+
R_L
0 V

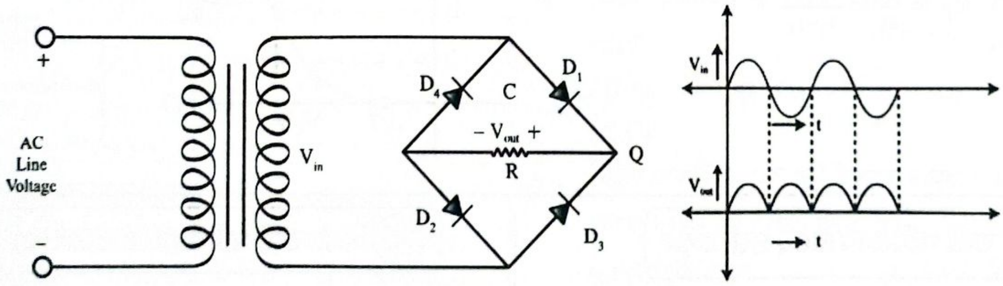
$\boxed{T_{out} = T_{in} \therefore f_{out} = f_{in}}$

◆ পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকরণ (**Full-Wave Rectification**):


এসি ইনপুট ভোল্টেজ
D_1
D_2
V_{in}
input
T_{in}
t
V_{out}
output
t
T_{out}

এক্ষেত্রে, $\boxed{T_{out} = \frac{T_{in}}{2} \therefore f_{out} = 2 \times f_{in}}$

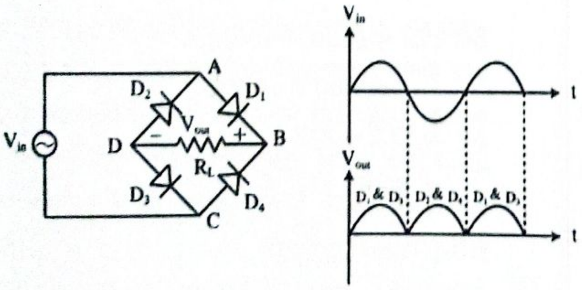
◆ ব্রিজ রেকটিফিকেশন:


+
AC
Line
Voltage
−
V_{in}
D_4
C
D_1
− V_{out} +
R
Q
D_2
D_3
V_{in}
t
V_{out}
t

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

01. একটি ব্রিজ রেকটিফায়ার অঙ্কন কর। ব্রিজ রেকটিফায়ার এর ইনপুট সিগন্যালের কম্পাঙ্ক 50 Hz হলে আউটপুট কম্পাঙ্ক কত হবে? **[BUET'25-26]**

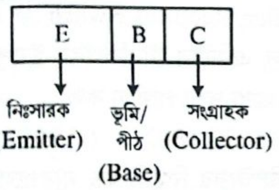
Solⁿ:


V_{in}
D_2
A
D_1
D
−
V_{out}
+
B
R_L
D_3
C
D_4
V_{in}
t
V_{out}
D_1 & D_3
D_2 & D_4
D_1 & D_3
t

আউটপুটের কম্পাঙ্ক, $f_{out} = 2 \times f_{in} = 2 \times 50 = 100$ Hz

T-04: ট্রানজিস্টর

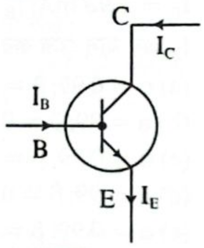
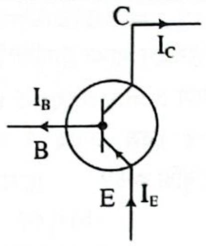
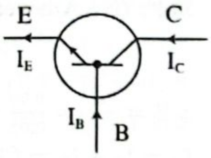
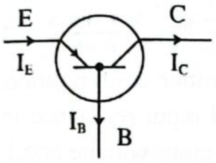
কনসেপ্ট রিভিউ



$I_E = I_B + I_C$

$\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$ [AC voltage current এর জন্য প্রযোজ্য]

এখানে,
I_E = নিঃসারক প্রবাহ
I_B = ভূমি প্রবাহ
I_C = সংগ্রাহক প্রবাহ

	n-p-n (Current Flow হয় Emitter এর দিকে)		p-n-p (Current Flow হয় Emitter থেকে)	
Common Emitter (নিচে) **Output → Collector** **Input→ base** **ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যকার দশা পার্থক্য 180°**		$I_{out} = I_C$ $I_{in} = I_B$ $R_{out} = R_C$ $R_{in} = R_B$		$I_{out} = I_C$ $I_{in} = I_B$ $R_{out} = R_C$ $R_{in} = R_B$
Common Base (নিচে) **Output → Collector** **Input→ Emitter** **ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যকার দশা পার্থক্য 0°**		$I_{out} = I_C$ $I_{in} = I_E$ $R_{out} = R_C$ $R_{in} = R_E$		$I_{out} = I_C$ $I_{in} = I_E$ $R_{out} = R_C$ $R_{in} = R_E$

➢ Output Resistance (R_{out})-কে Load Resistance (R_L) বা ভাররোধও বলে।

➢ প্রবাহ বিবর্ধন গুণক (Current Amplification Factor), $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ অথবা, $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$

➢ প্রবাহ বৃদ্ধি/লাভ (Current Gain), $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ অথবা, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

➢ ভোল্টেজ বিবর্ধন লাভ (Voltage Gain), $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \beta \frac{R_{out}}{R_{in}}$

➢ ক্ষমতা বিবর্ধন/লাভ (Power Gain), $A_P = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \beta^2 \frac{R_{out}}{R_{in}}$

[**Note:** প্রশ্নে Transistor এর ধরন maximum case এই উল্লেখ করে দেবে না। সেক্ষেত্রে, common-emitter ধরেই calculation করতে হবে। A_V এবং A_P এর formula গুলো common-emitter transistor ধরেই ব্যবহার করা হয়।]

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি বর্তনীতে একটি ট্রানজিস্টর কমন এমিটার সংযোগে ব্যবহার করা হচ্ছে। যখন বায়াসিং ভোল্টেজের সাথে 20 mV সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয় তখন পীঠ প্রবাহের 40 μA এবং সংগ্রাহক প্রবাহের 3 mA পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়। ভাররোধ 5 kΩ হলে ভোল্টেজ বিবর্ধনের মান কত হবে? **[CUET'25-26]**
(a) 75 (b) 187.5 (c) 375 (d) 750
(e) 7500 ⓓ

Solⁿ: $\Delta V_{in} = 20 \text{ mV} = 0.02 \text{ V}$
$\Delta V_{out} = \Delta I_C R_L = 3 \times 5 = 15 \text{ V}$
∴ ভোল্টেজ বিবর্ধন $= \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} = \frac{15}{0.02} = 750$

02. একটি pnp ট্রানজিস্টরের $I_C = 0.5$ mA এবং $\beta = 49$ হলে; α =? **[BUET'24-25; BUTEX'16-17]**
(a) 0.49 (b) 0.99 (c) 0.96 (d) 0.98 ⓓ

Solⁿ: $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{49}{50} = 0.98$

03. প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, α =? **[BUET'24-25, 22-23]**
(a) $\frac{I_C}{I_B}$ (b) $\frac{I_C}{I_E}$ (c) $\frac{I_B}{I_E}$ (d) $\frac{I_B}{I_C}$ ⓑ

04. একটি কমন বেস ট্রানজিস্টর এর সংগ্রাহক প্রবাহ 0.87 A এবং ভূমি প্রবাহ 0.06 mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক α কত? **[KUET'24-25, 13-14; BUET'23-24; RUET'13-14, 09-10; IUT'11-12; CUET'13-14]**
(a) 0.99993 (b) 0.99000
(c) 0.98993 (d) 0.96991
(e) 0.98593 ⓐ

Sol^n: $I_C = 0.87\ A = 870\ mA$

$I_B = 0.06\ mA$

$I_E = I_C + I_B = 870.06\ mA$

$\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{870}{870.06} = 0.99993$

05. 0.02 A নিঃসারক প্রবাহের জন্য একটি ট্রানজিস্টরে 18 mA সংগ্রাহক প্রবাহ পাওয়া গেল। ট্রানজিস্টরের ভূমি প্রবাহের মান কত? **[RUET'24-25]**

(a) 38 mA (b) 2 A (c) 2 mA (d) 0.2 A

(e) 0.38 A ⓒ

Sol^n: $I_B = I_E - I_C = (0.02 - 0.018)\ A$

$= 0.002\ A = 2\ mA$

06. একটি কমন বেস সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের নিঃসারক ও বেস প্রবাহ যথাক্রমে 5 mA এবং 0.5 mA। নিঃসারক এর প্রবাহ 5 গুণ ও বেস প্রবাহ 3 গুণ করা হলে, ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বৃদ্ধি কত? **[CKRUET'23-24]**

(a) 0 (b) 6.67 (c) 9

(d) 15.67 (e) 24.67 ⓓ

Sol^n: $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = \frac{5\times5-3\times0.5}{3\times0.5} = 15.67$

07. In a common emitter configuration, a transistor has $\beta = 100$ and input resistance is 5 kΩ. If the peak value of ac input voltage is 0.1 volt, what is the peak value of collector current? (সাধারণ নিঃসারক কনফিগারেশনের একটি ট্রানজিস্টরের $\beta = 100$ এবং ইনপুট রোধ 5 kΩ. যদি ac ইনপুট ভোল্টেজের সর্বোচ্চ মান 0.1 V হয়, তাহলে সংগ্রাহক প্রবাহের সর্বোচ্চ মান কত?) **[IUT'23-24]**

(a) 20 mA (b) 2 mA (c) 20 μA (d) 2 μA ⓑ

Sol^n: $\beta = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_C = \beta I_B$

$I_B = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{0.1\ V}{5\ k\Omega} = 0.02\ mA$

$\Rightarrow I_C = 100 \times 0.02 \therefore I_C = 2\ mA$

08. কমন এ্যামিটার বর্তনীতে একটি n-p-n ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহকে 8 V ব্যাটারি সংযুক্ত আছে। সংগ্রাহক বর্তনীর R_C রোধের দুই প্রান্তে বিভব পতন 0.5 V হলে বেস কারেন্ট নির্ণয় কর। [দেওয়া আছে, $R_C = 800\ \Omega$ এবং $\alpha = 0.96$] **[CKRUET'22-23]**

(a) 0.625 mA (b) 0.000625 mA

(c) 0.974 mA (d) 0.026 mA

(e) 0.000026 mA ⓓ

Sol^n: $I_C = \frac{V_C}{R_C} = \frac{0.5}{800} = 6.25 \times 10^{-4} A$

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{6.25\times10^{-4}}{I_E} = 0.96$

$\Rightarrow I_E = 6.51 \times 10^{-4} A$

$\Rightarrow I_B + I_C = 6.51 \times 10^{-4}\ A$

$\therefore I_B = 2.6 \times 10^{-5}\ A = 0.026\ mA$

09. Transistor কী হিসেবে কাজ করতে পারে? **[BUET'21-22]**

(a) Amplifier, Rectifier (b) Amplifier, Switch

(c) Rectifier, Switch

(d) Amplifier, Rectifier, Switch ⓑ

10. কোনো কমন এমিটার ট্রানজিস্টরে ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যালের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? **[BUET'21-22]**

(a) 0° (b) 180° (c) 90° (d) −90° ⓑ

11. একটি ট্রানজিস্টরের নিম্নলিখিত মানগুলো পরিমাপ করা হলো। **[CKRUET'21-22]**

$I_C = 1.98\ mA; I_B = 20\mu A$; ট্রানজিস্টরের α, β এবং I_E এর মান বের কর।

(a) $\alpha = 0.99; \beta = 99$ and $I_E = 5.02\ mA$

(b) $\alpha = 99; \beta = 0.99$ and $I_E = 5.02\ mA$

(c) $\alpha = 0.99; \beta = 99$ and $I_E = 7.00\ mA$

(d) $\alpha = 99; \beta = 0.99$ and $I_E = 5.02\ \mu A$

(e) $\alpha = 0.99; \beta = 0.99$ and $I_E = 5.02\ \mu A$

Sol^n: (No Answer); $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_B + I_C}$

$= \frac{1.98}{0.02+1.98} = 0.99$

$\therefore \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.99}{0.01} = 99$

$I_E = I_C + I_B = (1.98 + 0.02)mA$

$= 2mA = 2000\ \mu A$

12. An npn transistor in CE configuration has $\alpha = 0.995$. What is the base current if the collector current is 4 mA? (CE কনফিগারেশনের একটি npn ট্রানজিস্টরের $\alpha = 0.995$. যদি সংগ্রাহক প্রবাহ 4 mA হয়, তাহলে পীঠ প্রবাহ কত?) **[IUT'21-22]**

(a) 18 μA (b) 23 μA

(c) 28 μA (d) 20 μA ⓓ

Sol^n: $\alpha = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{4}{0.995} mA$

$= 4.0201\ mA$

$\therefore I_B = I_E - I_C = 0.02\ mA = 20\ \mu A$

13. An n-p-n transistor is kept in common emitter connection. Current grain of the transistor, $\beta = 100$. What will be the change in emitter current if the collector current is changed by 1 mA? (একটি n-p-n ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক সংযোগে রাখা হয়েছে। ট্রানজিস্টরের প্রবাহ লাভ $\beta = 100$. সংগ্রাহক প্রবাহের পরিবর্তন 1 mA হলে নিঃসারক প্রবাহের পরিবর্তন কত হবে?) **[IUT'20-21]**

(a) 3.11 mA (b) 1.01 mA

(c) 2.11 mA (d) 2.01 mA ⓑ

Sol^n: $\alpha = \frac{100}{101}$ $\left[\because \beta = \frac{\alpha}{1+\alpha}\right] \Rightarrow \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{100}{101}$

$\Rightarrow \Delta I_E = \frac{101}{100} \times 1\ mA = 1.01\ mA$

14. A bipolar junction transistor is used as a common emitter amplifier. If base current is neglected, what will be the value of α? (একটি বাইপোলার জাংশন ট্রানজিস্টর একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যদি পীঠ প্রবাহকে নগণ্য ধরা হয়, তাহলে α এর মান কত হবে?) **[IUT'19-20]**

(a) $\alpha = 0.99$ (b) $\alpha = 0.95$
(c) $\alpha = 0.88$ (d) $\alpha = 1.00$ ⓓ

Solⁿ: $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E}\ [I_B \to 0] = 1$

15. নিঃসারক প্রবাহের 11.6mA পরিবর্তন সংগ্রাহক প্রবাহের 10.92mA পরিবর্তন ঘটায়। β এর মান কত? **[KUET'18-19]**

(a) 19 (b) 18 (c) 16
(d) 13 (e) 15 ⓒ

Solⁿ: $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{10.92}{11.6-10.92} = 16.058 \approx 16$

16. In a common emitter configuration of n-p-n transistor the base current is 5% of the emitter current. Find out the current amplification factor (α) and the current gain (β). (সাধারণ নিঃসারক কনফিগারেশনের n-p-n ট্রানজিস্টরে পীঠ প্রবাহের মান নিঃসারক প্রবাহের 5%. প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক (α) এবং প্রবাহ লাভ(β) নির্ণয় কর।) **[IUT'18-19]**

(a) $\alpha = 19, \beta = 0.95$ (b) $\alpha = 0.95, \beta = 19$
(c) $\alpha = 0.90, \beta = 18$ (d) None ⓑ

Solⁿ: $I_B = 5\%\ I_E$

$I_C = I_E - I_B = 95\%\ I_E$

$\therefore \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{95\% I_E}{5\% I_E} = 19$

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{95\% I_E}{I_E} = 0.95$

17. The emitter and base current of a common emitter transistor circuit are respectively, 0.85 mA and 0.05 mA. What is β of the transistor? (সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টরের নিঃসারক এবং পীঠ প্রবাহ যথাক্রমে 0.85 mA এবং 0.05 mA. এর β কত?) **[IUT'16-17]**

(a) 16 (b) 18 (c) 20 (d) 10 ⓐ

Solⁿ: $I_C = I_E - I_B = 0.85 - 0.05 = 0.8\text{mA}$

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{0.8}{0.05} = 16$

18. What is the β of a transistor whose α = 0.98? (একটি ট্রানজিস্টরের জন্য β এর মান কত? α = 0.98) **[IUT'14-15; KUET'13-14]**

(a) 50 (b) 39 (c) 49 (d) 45 ⓒ

Solⁿ: $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.98}{1-0.98} = 49$

19. একটি ট্রানজিস্টরের বিবর্ধন গুণাঙ্ক 0.98 এবং এমিটার কারেন্ট 1.5 mA হলে কালেক্টর কারেন্ট কত? **[RUET'12-13]**

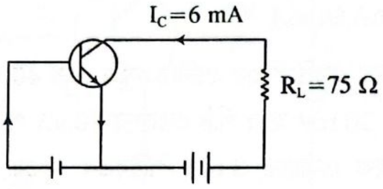
(a) 7.47 mA (b) 4.74 mA
(c) 4.17 mA (d) 1.74 mA
(e) 1.47mA ⓔ

Solⁿ: $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

$I_C = 0.98 \times 1.5\text{mA} = 1.47\text{mA}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সলূভ

01. **[BUET'25-26]**



চিত্রে দেখানো n-p-n ট্রানজিস্টরের গতীয় রোধ 40 ওহম এবং প্রবাহ লাভ 75। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর।

Solⁿ: দেওয়া আছে, $\beta = 75$

$\therefore \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{75}{1+75} = \frac{75}{76}$ **(Ans.)**

02. $I_C = 4\text{ mA}, I_B = 1\text{mA}$ হলে, I_E, α ও β এর মান নির্ণয় করো। **[KUET'25-26]**

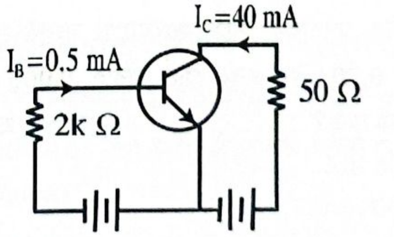
Solⁿ:

$I_E = I_C + I_B = 4\text{mA} + 1\text{mA} = 5\text{mA}$

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{4}{5} = 0.8$

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4}{1} = 4.$

03. **[RUET'25-26]**



উক্ত কমন এমিটার ট্রানজিস্টরটির ভোল্টেজ গেইন কত?

Solⁿ: ইনপুট ভোল্টেজ, $V_{in} = I_B R_{in}$

$= (0.5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3)$

$= 1\text{V}$

আউটপুট ভোল্টেজ, $V_{out} = I_C R_L$

$= (0.04 \times 50) = 2\text{V}$

$\therefore$ ভোল্টেজ গেইন $= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{2}{1} = 2$ **(Ans.)**

04. একটি ট্রানজিস্টরের জন্য $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 1$ mA হলে I_B বের কর। এখানে, প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

[MIST'24-25; BUTEX'21-22, CKRUET'20-21]

Sol

Sol^n: দেওয়া আছে,

$\alpha = 0.95$

$I_E = 1$ mA

আমরা জানি, $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

$\therefore I_C = \alpha I_E = (0.95 \times 1) = 0.95$ mA

আবার, $I_E = I_B + I_C$

$\Rightarrow I_B = I_E - I_C$

$= 1 - 0.95$

$= 0.05$ mA **(Ans.)**

05. একটি কমন এমিটার এমপ্লিফায়ার বর্তনীর লোড রোধ 4000 Ω। বায়াসিং ভোল্টেজ 20 mV হলে পীঠ প্রবাহের 40 μA পরিবর্তন ঘটে এবং সংগ্রাহক প্রবাহের 3 mA পরিবর্তন পাওয়া যায়। বর্তনীর ভোল্টেজ গেইন এবং পাওয়ার গেইন নির্ণয় করো।

[BUTEX'23-24]

Sol^n: $R_{in} = \frac{\Delta V_{in}}{\Delta I_{in}} = \frac{V_{biasing}}{\Delta I_B}$

$= \frac{20 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-6}}$

$= 500\ \Omega$

$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{3\text{ mA}}{40\mu A} = 75;\ R_{out} = 4000\ \Omega$

ভোল্টেজ গেইন, $A_V = \beta \times \frac{R_{out}}{R_{in}}$

$= 75 \times \frac{4000}{500}$

$= 600$ **(Ans.)**

এবং পাওয়ার গেইন, $A_P = \beta^2 \times \frac{R_{out}}{R_{in}}$

$= 45000$ **(Ans.)**

06. কোনো ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে সংযুক্ত। এর নিঃসারক প্রবাহ 0.50 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.006 mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক কত?

[MIST'23-24]

Sol^n: $I_B = 0.006$ mA

এখানে, $I_E = 0.50$ mA

$\alpha = ?$

আমরা জানি, $I_E = I_B + I_C$

$\Rightarrow I_C = I_E - I_B$

$= 0.50 - 0.006$ A

$= 0.494$ mA

$\therefore$ প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

$= \frac{0.494}{0.50}$

$= 0.988$ **(Ans.)**

07. কোন ট্রানজিস্টরের কমন বেস সার্কিটে এমিটার কারেন্ট 100μA থেকে 150μA এ উন্নীত করায় কালেক্টর কারেন্ট 98μA থেকে 147μA উন্নীত হল। কারেন্ট অ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর এবং কারেন্ট গেইন নির্ণয় কর।

[RUET'18-19, 04-05, 03-04]

Sol^n: $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{147-98}{150-100} = 0.98$ **(Ans.)**

$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.98}{1-0.98}$; $\beta = 49$ **(Ans.)**

08. একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধকের প্রবাহ লাভ 70 হয়। যদি নিঃসারক প্রবাহ 8.8 mA হয়, তাহলে সংগ্রাহক এবং পীঠ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ট্রানজিস্টরটি যখন সাধারণ পীঠ বিবর্ধক হিসাবে কাজ করে, তখন প্রবাহ লাভ কত?

[BUET'16-17]

Sol^n: $\left(\frac{I_C}{I_B}\right)_{CE} = 70 \Rightarrow I_C = 70 I_B$

$\Rightarrow I_E = I_B + I_C \Rightarrow I_E = 71 I_B$

$\Rightarrow I_B = \frac{8.8}{71} = 0.124\text{mA}\ \left[\beta = \left(\frac{I_C}{I_B}\right)_{CE}\right]$

এবং $I_C = 70 \times \frac{8.8}{71} = 8.676\text{mA}$

$\therefore \left(\frac{I_C}{I_E}\right)_{CB} = \alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = 0.986$ **(Ans.)**

09. কোন কমন বেস ট্রানজিস্টরের বেজ কারেন্ট ও এমিটার কারেন্ট যথাক্রমে 5×10^{-4} amp ও 1×10^{-3} amp। কালেক্টর কারেন্ট এবং কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর α নির্ণয় কর। **[RUET'18-19]**

Sol^n: এখানে, $I_B = 5 \times 10^{-4}$A

$I_E = 10^{-3}$A; $I_C = ?$

$I_C = I_E - I_B = 5 \times 10^{-4}$A

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{5 \times 10^{-4}\text{A}}{10^{-3}\text{A}} = 0.5$ **(Ans.)**

10. একটি কমন নিঃসারক ট্রানজিস্টর সংযোগে নিঃসারক প্রবাহ 0.85mA এবং বেস প্রবাহ 0.05mA। α ও β এর মান নির্ণয় কর।

[RUET'07-08]

Sol^n: দেওয়া আছে,

$I_E = 0.85$mA

$I_B = 0.05$mA

আমরা জানি, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - E_B}{I_E}$

$= \frac{0.85-0.05}{0.85}$

$= \frac{0.8}{0.85}$

$= 0.941$ **(Ans.)**

এবং $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = \frac{0.85-0.05}{0.05}$

$= \frac{0.8}{0.05} = 16$ **(Ans.)**

T-05: ট্রানজিস্টরে কির্শফের সূত্রের প্রয়োগ

কনসেপ্ট রিভিউ

◆ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ট্রানজিস্টরের ব্যবহার:

Input Junction → Forward Bias
Output Junction → Reverse Bias [Active Mode]

◆ **Input Loop-এ:**

$\boxed{V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}}$

[সাধারণত $V_{BE} = 0.7$ V; তবে প্রশ্নের ডেটা অনুযায়ী V_{BE} ভিন্ন হতে পারে]

◆ **Output Loop-এ:**

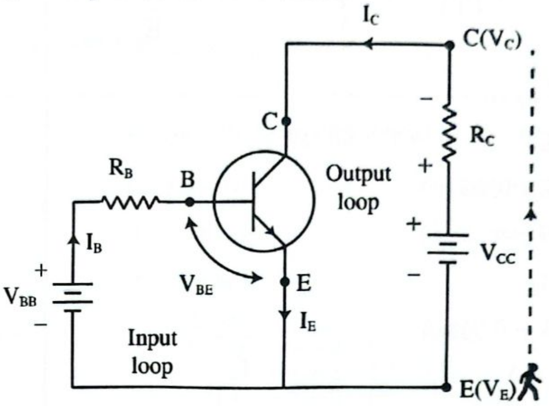
$V_E + V_{CC} - I_C R_C = V_C$

$\Rightarrow V_C - V_E = V_{CC} - I_C R_C$

$\Rightarrow \boxed{V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C}$

$\therefore \boxed{I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}}$

◆ **n-p-n Common Emitter:**

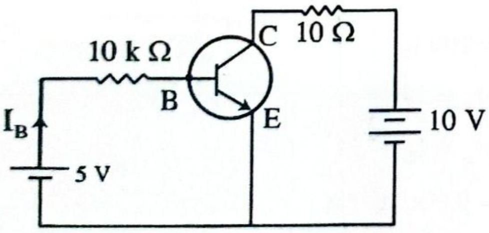

I_C
C(V_C)
C
R_C
R_B
B
Output loop
I_B
V_{BB}
V_{BE}
E
I_E
V_{CC}
Input loop
E(V_E)

◆ **Transistor as switch:**

Saturation/সম্পৃক্ত	Cut-off
Output and input both in forward bias.	Output and input both in reverse bias.
$I_C \rightarrow I_{C_{max}}$ $I_{C_{max}} = \frac{V_{CC}}{R_C}\ [V_{CE} \approx 0]$	$I_C = 0$ $\therefore V_{CC} = V_{CE}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সমাধান

01.


10 kΩ
C
10 Ω
B
E
I_B
5 V
10 V

β = 150

[BUET'24-25]

প্রদত্ত ট্রানজিস্টরটি সিলিকন দিয়ে তৈরি হলে, V_{CB} =?

Solⁿ: যেহেতু Si ডায়োড দিয়ে ট্রানজিস্টরটি তৈরি তাই,

$V_{BE} = 0.7$ V

কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে,

$$5 - 10 \times 10^3 \times I_B - V_{BE} = 0$$

$$\therefore I_B = \frac{5-0.7}{10 \times 10^3} = 4.3 \times 10^{-4} \text{ A}$$

এবং $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$\therefore I_C = 0.0645$ A

আবার,

$$10 - 10 \times I_C - V_{CB} + 10 \times 10^3 \times I_B - 5 = 0$$

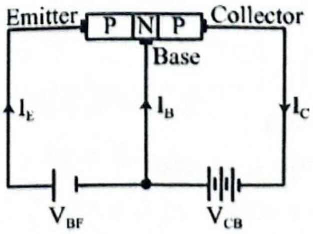
$$V_{CB} = 10 - 5 - 10 \times I_C + 10 \times 10^3 I_B$$

$$= 8.655 \text{ V } \textbf{(Ans.)}$$

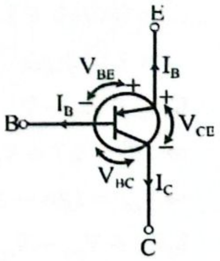
02. PNP ও NPN ট্রানজিস্টরের সাংকেতিক চিত্র আঁক। একটি কমন নিঃসারক ট্রানজিস্টরের কারেন্ট গেইন 15 এবং বেস প্রবাহ 0.06 mA হলে, নিঃসারক প্রবাহ ও প্রবাহ বিবর্ধক গুণক বের কর। **[MIST'22-23]**

Solⁿ:

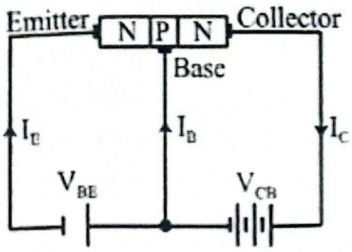
PNP Transistor:


Emitter
P
N
P
Collector
Base
I_E
I_B
I_C
V_{BF}
V_{CB}

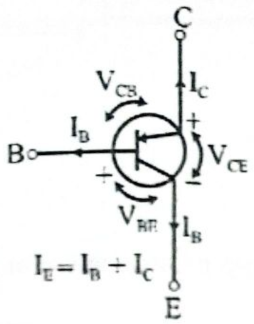
Circuit Symbol


E
V_{BE}
I_B
I_B
B
V_{CE}
V_{HC}
I_C
C

NPN Transistor:


Emitter
N
P
N
Collector
Base
I_E
I_B
I_C
V_{BE}
V_{CB}

Curcut Symbol


C
V_{CB}
I_C
I_B
B
+
V_{CE}
+
−
V_{BE}
I_E
$I_E = I_B + I_C$
E

আবার, $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$\Rightarrow I_C = \beta I_B$

$= 15 \times 0.06$

$= 0.9 \text{ mA}$

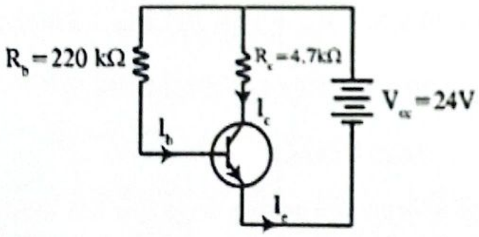
$I_E = I_B + I_C$

$= (0.06 + 0.9)\text{mA}$

$= 0.96 \text{ mA}$

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.9}{0.96} = 0.9375$

03. চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনীতে কারেন্ট গেইন (β) এর মান 100 হলে পীঠ প্রবাহ (I_b) এর মান কত? এছাড়া, সংগ্রাহক-নিঃসারক (V_{ce}), পীঠ-নিঃসারক (V_{be}) এবং পীঠ-সংগ্রাহক (V_{bc}) ভোল্টেজ কত হবে? সংগ্রাহক প্রবাহ $I_c = 1.5$ mA. [BUET'21-22]


$R_b = 220\ k\Omega$
$R_c = 4.7k\Omega$
I_c
$V_{cc} = 24V$
I_b
I_e

Solⁿ: $\beta = \frac{I_c}{I_b}$

$\Rightarrow I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{1.5\text{mA}}{100}$

$= 0.015\text{mA}$

$I_e = I_c + I_b$

$= (0.015 + 1.5)\text{mA}$

$= 1.515\text{mA}$

$I_cR_c + V_{ce} - V_{cc} = 0$

$\Rightarrow 1.5 \times 4.7 + V_{ce} - 24 = 0$

$\Rightarrow V_{ce} = (24 - 1.5 \times 4.7)\text{V} = 16.95\text{V}$

$I_bR_b + V_{be} - V_{cc} = 0$

$\Rightarrow 0.015 \times 220 + V_{be} - 24 = 0$

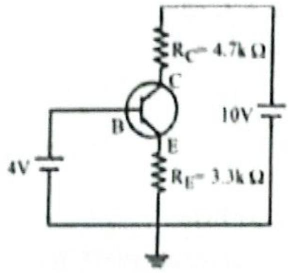
$\Rightarrow V_{be} = 20.7\text{V}$

$\therefore V_{ce} = V_{cb} + V_{be}$

$\Rightarrow V_{cb} = V_{ce} - V_{be} = -3.75\text{V}$

$\therefore V_{bc} = -V_{cb} = 3.75\text{ V}$ **(Ans.)**

04. নিচের বর্তনীর কালেকটর বিভব V_c নির্ণয় কর যখন ট্রানজিস্টরটি active mode এ ক্রিয়াশীল আছে (অর্থাৎ, বেইজ-এমিটার জাংশন সম্মুখী ঝোঁক এবং কালেকটর-বেইজ জাংশন বিমুখী ঝোঁক) দেওয়া আছে, $V_{BE} = 0.7$ V এবং $\beta = 100$. [BUET'19-20]


$R_C = 4.7k\ \Omega$
C
10V
B
E
4V
$R_E = 3.3k\ \Omega$

Solⁿ: বামের বদ্ধ বর্তনীতে,

$V_{BE} = 4 - 3300 \times I_E$

$\Rightarrow 0.7 = 4 - 3300 \times I_E$

$\therefore I_E = 1 \times 10^{-3}\text{A};$

$\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$\Rightarrow I_C = 100\ I_B$

$\therefore I_C + I_B = I_E$

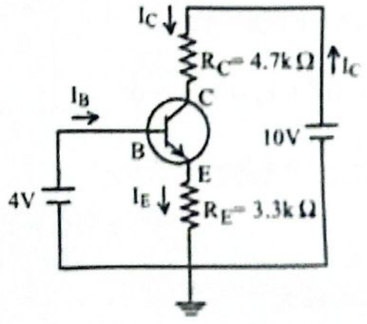
$\Rightarrow 101 I_B = I_E$

$\Rightarrow I_B = 9.9 \times 10^{-6}\text{ A}$

$I_C = 9.9 \times 10^{-4}\text{ A}$

আবার, ডানের বদ্ধ বর্তনীতে, $10 - I_CR_C - V_c = 0$

$\therefore V_C = 5.347\text{ V}$


I_C
$R_C = 4.7k\ \Omega$
I_C
I_B
C
10V
B
E
4V
I_E
$R_E = 3.3k\ \Omega$

T-06: সংখ্যা পদ্ধতি

কনসেপ্ট রিভিউ

- ডেসিমাল → বাইনারি / অক্টাল / হেক্সাডেসিমাল/ অন্য যেকোন ভিত্তি বিশিষ্ট সংখ্যার ক্ষেত্রে দশমিক সংখ্যাকে ঐ ভিত্তি দ্বারা ভাগ করে ভাগশেষগুলো বিপরীত ক্রমে লিখতে হবে। দশমিকের পরের অংশ ঐ ভিত্তি দ্বারা গুণ করে পূর্ণ অংশ পর্যায়ক্রমে লিখতে হবে।
- বাইনারি/অক্টাল/হেক্সাডেসিমাল/অন্য যে কোন ভিত্তি→ডেসিমাল: প্রতিটি অংক বা digit কে তার স্থানীয় মান দ্বারা গুণ করতে হবে।

  স্থানীয় মান = (ভিত্তি)^n, n = দশমিকের বামে 0,1,2 … … … এবং দশমিকের ডানে $-1, -2, -3$ … … …

MCQ

01. বাইনারি সংখ্যা $(101001)_2$ এর সমতুল্য ডেসিমেল সংখ্যা কোনটি? **[SUST'25-26]**

(a) $(21)_{10}$ (b) $(27)_{10}$
(c) $(41)_{10}$ (d) $(25)_{10}$ ⓒ

Sol^n: $(101001)_2$

$= (1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0)_{10} = (41)_{10}$

02. $(110)_2 \times (101)_2 = ?$ **[BUET'23-24]**

(a) $(11010)_2$ (b) $(1110)_2$
(c) $(10110)_3$ (d) $(11110)_2$ ⓓ

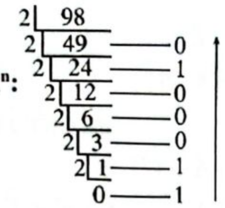
Sol^n: $(110)_2 \times (101)_2$

$= (6)_{10} \times (5)_{10} = (30)_{10} = (11110)_2$

03. 98 কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর। **[KUET'15-16]**

(a) 1100010 (b) 0100011
(c) 1000011 (d) 100011
(e) 110001 ⓐ

Sol^n:

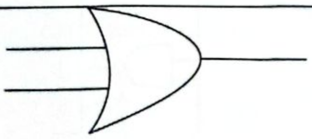
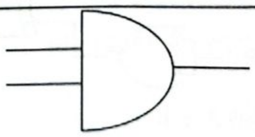
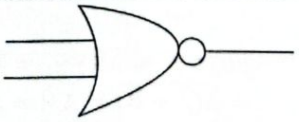
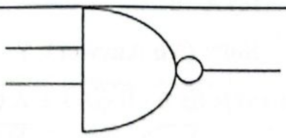
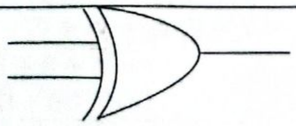
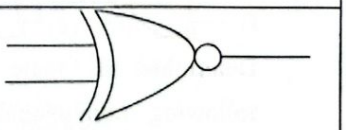
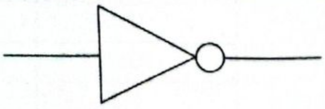


$(98)_{10} = (1100010)_2$

Shortcut: যেকোনো বিজোড় number এর Binany এর last digit 1, জোড় number এর Binany এর last digit 0.

T-07: লজিক গেইট

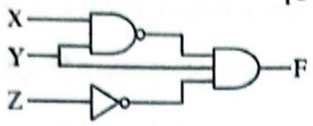
কনসেপ্ট রিভিউ

◆ OR Gate		◆ AND Gate	
◆ NOR Gate		◆ NAND Gate	
◆ X-OR Gate		◆ X-NOR Gate	
◆ NOT Gate		◆ $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ ◆ $\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$ ◆ $A + BC = (A+B)(A+C)$	

MCQ

01. নিম্নলিখিত logic circuit এর আউটপুট (F) কোনটি?

[CUET'25-26]

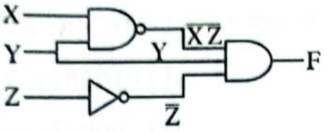


(a) $X\cdot Y\cdot\bar{Z}$ (b) $\overline{(X+Y)}\cdot Z$

(c) $\overline{(X.Y)}+Z$ (d) $\bar{X}\cdot(Y+\bar{Z})$

(e) $\bar{X}\cdot Y\cdot\bar{Z}$ ⓔ

Solⁿ:



$F=\overline{XY}\cdot Y\cdot\bar{Z}$

$=(\bar{X}+\bar{Y})\cdot Y\cdot\bar{Z}$

$=\bar{Z}(\bar{X}Y+Y\bar{Y})=\bar{X}\cdot Y\cdot\bar{Z}$

02. নিচের সম্পর্কটিকে সরলীকরণ করো।

$F=ABC+A'+AB'C$ [KUET'24-25]

(a) $AC+A'$ (b) $A+C''$

(c) C' (d) A' (e) $A'+C$ ⓔ

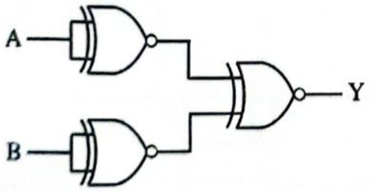
Solⁿ: $F=ABC+A'+AB'C$

$=AC(B+B')+A'=AC+A'$

$=(A+A')\cdot(A'+C)$

$\therefore F=A'+C$

03. Find out the expression of y for the following logic circuit. (নিচের বর্তনীর y এর জন্য রাশি নির্ণয় কর।)



[IUT'23-24]

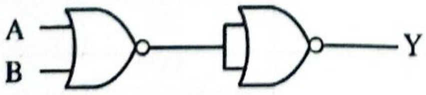
(a) $A+B$ (b) $A\cdot B$

(c) $\overline{A\cdot B}$ (d) $\overline{A+B}$

Solⁿ: (No Answer); $Y=\overline{\overline{A\oplus A}\oplus\overline{B\oplus B}}$

$=\overline{\overline{A\oplus A}}\cdot\overline{\overline{B\oplus B}}+\overline{A\oplus A}\cdot\overline{B\oplus B}=1$

04.



Determine the logic gate equivalent to the following combination. (নিচের সমবায়ের জন্য সমতুল্য লজিক গেট নির্ণয় কর।) [IUT'22-23]

(a) NOT gate (b) NAND gate

(c) OR gate (d) XOR gate ⓒ

Solⁿ: $\overline{\overline{(A+B)}}=A+B$; (OR Gate)

05. এটি কোন গেইট? [BUET'21-22; IUT'21-22]

X	Y	Output
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

(a) OR Gate (b) AND Gate

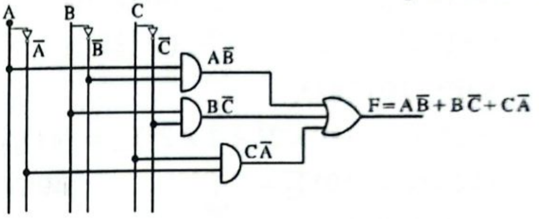
(c) NAND Gate (d) NOR Gate ⓓ

Solⁿ: NOR Gate এর সমীকরণ $=\overline{X+Y}$ এবং NAND Gate এর সমীকরণ $=\overline{XY}$

বিগত ভর্তি পরীক্ষার Written প্রশ্ন-সল্ভ

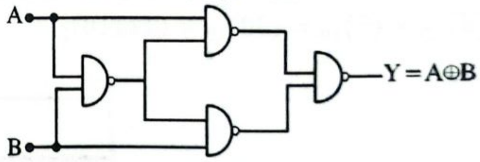
01. $F=A\bar{B}+B\bar{C}+C\bar{A}$। মৌলিক গেটের মাধ্যমে ডিজিটাল সার্কিট আঁকো/ F কে মৌলিক গেইটের মাধ্যমে প্রকাশ কর। [BUET'24-25]

Solⁿ:

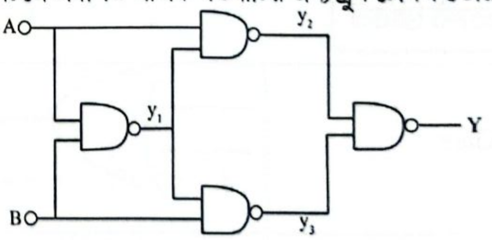


02. 4 টি NAND বা NOR গেইট ব্যবহার করে দুই ইনপুটবিশিষ্ট একটি XOR গেট তৈরি করো। [CUET'24-25]

Solⁿ: NAND Gate ব্যবহার করে:



03. চিত্রে প্রদর্শিত লজিক বর্তনীটির জন্য ট্রুথ টেবিল তৈরি কর।



[BUET'21-22

Solⁿ: $y_1=\overline{AB}$; $y_2=\overline{Ay_1}=\overline{A.\overline{AB}}$

$=\overline{A(\bar{A}+\bar{B})}=\overline{A\overline{\bar{B}}}=\bar{A}+B$

$y_3=\overline{By_1}=\overline{B\cdot\overline{AB}}=\overline{B\cdot(\bar{A}+\bar{B})}=\overline{B\cdot\bar{A}}=\bar{B}+A$

$Y=\overline{y_2\,y_3}=\overline{y_2}+\overline{y_3}$

$=\overline{\bar{A}+B}+\overline{\bar{B}+A}$

$=\bar{\bar{A}}\cdot\bar{B}+\bar{\bar{B}}\cdot\bar{A}=A\cdot\bar{B}+B\cdot\bar{A}=A\oplus B$

A	B	A ⊕ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি সিলিকন ট্রানজিস্টরের ইনপুট রোধ 760 Ω। ভূমি প্রবাহমাত্রা 15 μA পরিবর্তিত হলে সংগ্রাহক প্রবাহমাত্রা 3.0 mA পরিবর্তিত হয়। ট্রানজিস্টর CE পদ্ধতিতে সংযুক্ত হলে এবং লোড রোধ 4 kΩ হলে বিবর্ধকের ভোল্টেজ বিবর্ধন নির্ণয় করো। [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 1050 (b) 1051 (c) 1052 (d) 1055

02. একটি কমন বেস অ্যামপ্লিফায়ারের $I_E = 7.2mA$, প্রবাহ লাভ 96 হলে $I_C = ?$
(a) 2.12mA (b) 7.126mA
(c) 0.39mA (d) 0.43mA

03. $(1000)_x = (?)_{10}$
(a) 111x (b) $x^4 + x^3 + x^2 + x$
(c) x^3 (d) $x^3 + x^2 + x + 1$

04. কোন p-n জাংশনের দুই প্রান্তের বিভবান্তর 1.6V থেকে 1.4V এর আনায় প্রবাহমাত্রা 0.3A পরিবর্তিত হল। গতীয় রোধ কত?
(a) 4.67Ω (b) 10Ω (c) 0.67Ω (d) 5.33Ω

05. ট্রানজিস্টরে I_E ও I_C যথাক্রমে 50mA এবং 47mA; β = ?
(a) 0.0638 (b) 0.94
(c) 1.064 (d) 15.67

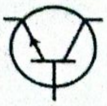
06. $(0.042)_7 = (x)_6$ এই সমীকরণে x এর মান কত?
(a) 0.0305204 (b) 0.0302313
(c) 0.0105313 (d) 0.0304123

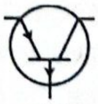
07. তড়িৎ প্রবাহকে Rectify করে কোনটি?
(a) Diode (b) Transistor
(c) LED (d) IC

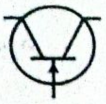
08. তড়িৎ প্রবাহকে Amplify করে কোনটি?
(a) Diode (b) IC
(c) LED (d) Transistor

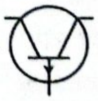
09. বিভব প্রাচীর অতিক্রম করার জন্য ন্যূনতম যে Voltage প্রয়োজন তাকে বলে–
(a) Operation Voltage (b) Knee Voltage
(c) Breakdown Voltage (d) কোনোটিই নয়

10. নিচের কোনটি n-p-n ট্রানজিস্টর? [ইস্‌হাক স্যার]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

11. একটি ট্রানজিস্টরের α = 0.9 হলে, β- এর মান কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 1 (b) 0.09 (c) 0.9 (d) 9

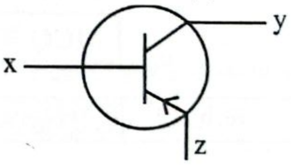
12. ট্রানজিস্টরের প্রবাহ লাভ β হলো- [ইস্‌হাক স্যার]
(a) $\frac{\Delta I_B}{\Delta I_C}$ (b) $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$
(c) $\frac{I_C}{I_E}$ (d) কোনোটিই নয়

13. কোনো ট্রানজিস্টর CE সংযোগ ব্যবস্থায় প্রবাহমাত্রা বিবর্ধন (gain) 40। নিঃসারক প্রবাহমাত্রা 8.2 mA হলে ভূমি প্রবাহমাত্রা কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 0.02 mA (b) 0.2 mA
(c) 2.0 mA (d) 0.4 mA

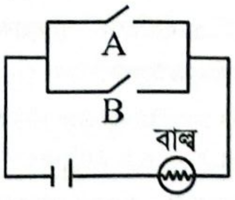
14. কমন এমিটার অ্যামপ্লিফায়ারে ইনপুট ও আউটপুট সিগন্যালের মধ্যকার দশা পার্থক্য- [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 270°

15. কোনো ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে সংযুক্ত। এর নিঃসারক প্রবাহ 0.88 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.065 mA। প্রবাহ বিবর্ধন গুণক কত? [ইস্‌হাক স্যার, তপন স্যার]
(a) 0.942 (b) 0.983 (c) 0.96 (d) 0.926

16. চিত্রে z চিহ্নিত প্রান্তটি কী?



[প্রামাণিক স্যার]
(a) p টাইপ নিঃসারক (b) p টাইপ সংগ্রাহক
(c) n টাইপ নিঃসারক (d) n টাইপ সংগ্রাহক

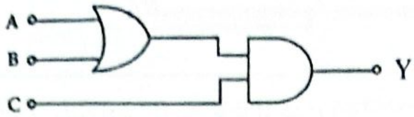


17. [ইস্‌হাক স্যার]
উপরের চিত্রটি কোন গেইট নির্দেশ করে?
(a) NOT gate (b) NOR gate
(c) AND gate (d) OR gate

MCQ উত্তরমালা

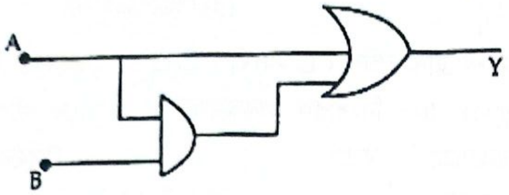
01. c	02. b	03. c	04. c	05. d	06. a
07. a	08. d	09. b	10. a	11. d	12. d
13. b	14. c	15. d	16. a	17. d	-

18. নিচের বর্তনীটির আউটপুট $Y = 1$ পেতে হলে নিচের ইনপুটগুলির মধ্যে কোনটি সঠিক? [ইস্হাক স্যার]



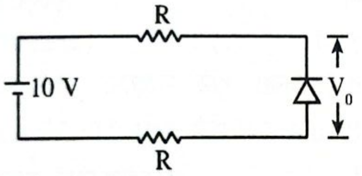
	A	B	C
(a)	1	0	0
(b)	1	0	1
(c)	1	1	0
(d)	0	1	0

19. চিত্রে প্রদত্ত লজিক গেটের সমবায়টির আউটপুট কোনটি? [ইস্হাক স্যার]



(a) A.A.B
(b) A.B + A
(c) A + A + B
(d) A. A + B

20. চিত্রের ডায়োড বরাবর V_0 এর আসন্ন মান-



(a) শূন্য
(b) 10 V
(c) 5 V
(d) R নির্ভর

MCQ উত্তরমালা

18. b	19. b	20. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি p-n জাংশন ডায়োডের বিভব প্রাচীর 0.5 V। যদি ডিপ্লেশন স্তরের বেধ 5.0×10^{-7} m হয় তবে– [ইস্হাক স্যার]

(i) এই অঞ্চলে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য কত হবে? **[Ans: 1×10^6 NC^{-1}]**

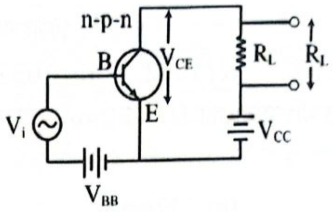
(ii) একটি ইলেকট্রন n অঞ্চল হতে 6×10^5 ms^{-1} বেগে p-n জাংশনের দিকে ধাবিত হলে p অঞ্চলে প্রবেশের পর ঐ ইলেকট্রনের বেগ কত হবে?**[Ans: 429157 ms^{-1}]**

02. একটি n-p-n ট্রানজিস্টরকে কমন অ্যামিটার সংযোগ করে বেস অ্যামিটার জাংশনে 0.75 V বিভব প্রয়োগে বেস প্রবাহ 8 mA এবং 1.15 V বিভব প্রয়োগে বেস প্রবাহ 22 mA পাওয়া গেল। এজন্য বহিঃবর্তনীতে 100 Ω লোড রোধের বিপরীতে অ্যামিটার প্রবাহের পরিবর্তন 16 mA পাওয়া গেল। প্রবাহ বিবর্ধক গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার]**[Ans: 0.125]**

03. একটি n-p-n ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক প্রবাহ 8 mA। যদি নিঃসৃত ইলেকট্রনগুলির 99.6% সংগ্রাহকে পৌঁছায়, তাহলে নিঃসারক প্রবাহ, ভূমি প্রবাহ ও বিবর্ধন গুণাঙ্ক (β) নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার]**[Ans: 8.032 mA; 32 μA , 249]**

04. একটি ট্রানজিস্টরকে কমন অ্যামিটার রীতিতে সংযুক্ত করা হয়েছে। সংগ্রাহকে প্রযুক্ত ভোল্টেজ 10 V এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে সংযুক্ত 1 kΩ রোধের প্রান্তে বিভব পতন 0.5 V এবং প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক $\beta = 49$ হলে, α এবং নিঃসারক প্রবাহের মান কত? [ইস্হাক স্যার]**[Ans: 0.98, 0.51 mA]**

05.



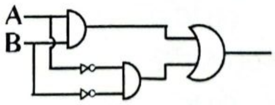
CE সংযোগ ব্যবস্থার n-p-n ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক ভোল্টেজ 8 V। লোড রোধ $R_L = 800\ \Omega$ এবং দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 0.8 V। যদি $\alpha = \frac{25}{26}$ হয় তাহলে সংগ্রাহক নিঃসারক ভোল্টেজ (V_{CE}) এবং ভূমি প্রবাহমাত্রা (I_B) নির্ণয় করো। ইনপুট রোধ 200 Ω হলে ভোল্টেজ বিবর্ধন এবং ক্ষমতা বিবর্ধন নির্ণয় করো। [ইস্হাক স্যার]**[Ans: 7.2V, 0. 04 mA, 100, 2500]**

06. একটি ট্রানজিস্টরের ভূমি প্রবাহমাত্রা 105 μA এবং সংগ্রাহক প্রবাহমাত্রা 2.05 mA। [ইস্হাক স্যার]

(i) β, I_E এবং α নির্ণয় করো। **[Ans: 19.524, 2.155 mA, 0.9513]**

(ii) ভূমি প্রবাহমাত্রা 27 μA পরিবর্তিত হলে সংগ্রাহক প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন হয় 0.65 mA। β_{ac} এর মান কত? **[Ans: 24. 1]**

07.



চিত্রে দেখানো লজিক বর্তনীর বুলিয়ান সম্পর্ক লিখ এবং এর ট্রুথ টেবিল তৈরি করো। [ইস্হাক স্যার]

08. একটি অ্যাম্পিয়ার বর্তনীতে ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক সংযোগে ব্যবহার করা হচ্ছে। যখন বায়াসিং ভোল্টেজের সাথে 20 mV সিগনাল প্রয়োগ করা হয় তখন পীঠ প্রবাহের 40 μA পরিবর্তন এবং সংগ্রাহক প্রবাহের 3 mA পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়। ভাররোধ 5 kΩ হলে বের করো– [তপন স্যার]

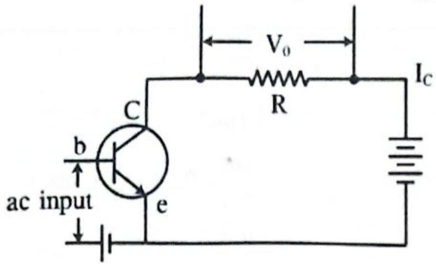
(i) প্রবাহ লাভ **[Ans: 75]**

(ii) অন্তর্গামী রোধ **[Ans: 500 Ω]**

(iii) ভোল্টেজ লাভ **[Ans: 750]**

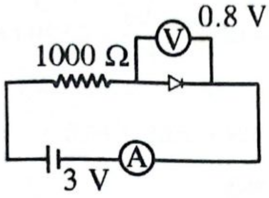
09. NAND গেট ব্যবহার করে বাস্তবায়ন কর,
$Y = \bar{A}B + \bar{B}C + C\bar{A}$ [প্রামাণিক স্যার][Ans: $\overline{\overline{\bar{A}B} \cdot \overline{\bar{B}C} \cdot \overline{C\bar{A}}}$]

10.


V₀
R
Iᴄ
C
b
e
ac input

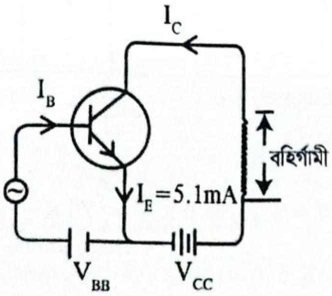
বর্তনীতে, $R = 5\ k\Omega$, ইনপুট রোধ $1\ k\Omega$, ইনপুট ভোল্টেজ 5 mV (সর্বোচ্চ) এবং $\beta = 50$। তাহলে, i_b, i_c, V_0, পাওয়ার গেইন Ap এর মান কত? [প্রামাণিক স্যার]
[Ans: 5×10^{-6}A, 2.5×10^{-4}A, 1.25V, 12500]

11. চিত্রে অ্যামিটারের পাঠ কত? [প্রামাণিক স্যার][Ans: 2.2 mA]


0.8 V
1000 Ω
V
A
3 V

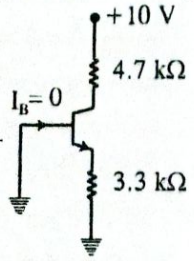
12. একটি অর্ধতরঙ্গ একমুখীকারক 50 Hz AC ভোল্টেজকে একমুখীকরণের জন্য ব্যবহার করা হলো। একমুখী করা সিগন্যালের কম্পাঙ্ক কত হবে? পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারকের কম্পাঙ্ক কি একই হবে?
[সেলু স্যার] [Ans: 50 Hz, একই থাকে না]

13. চিত্রে, একটি কমন নিঃসারক ট্রানজিস্টর দেখানো হয়েছে যার $I_E = 5.1mA$ এবং $\alpha = 0.98$


Iᴄ
Iʙ
বহির্গামী
Iᴇ=5.1mA
Vʙʙ
Vᴄᴄ

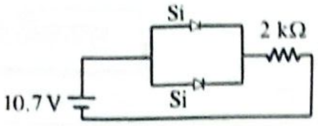
(i) ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে I_B নির্ণয় কর। [Ans: 0.102 mA]
(ii) ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে I_E ধ্রুব রেখে $\alpha = 0.99$ করতে হলে সংগ্রাহক কারেন্টের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। [Ans: 0.051 mA]

14. যদি, $I_B = 0$ হয়, তবে–


+10 V
4.7 kΩ
Iʙ = 0
3.3 kΩ

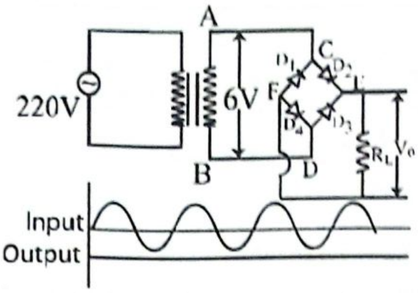
(i) I_C =? [Ans: 0]
(ii) V_{CE} =? [Ans: 10 V]

15.


Si
2 kΩ
10.7 V
Si

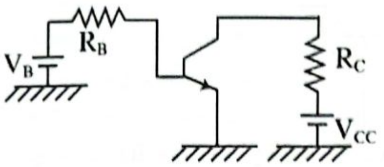
বর্তনীতে প্রবাহ মাত্রা কত?
[Ans: 5 mA]

16.

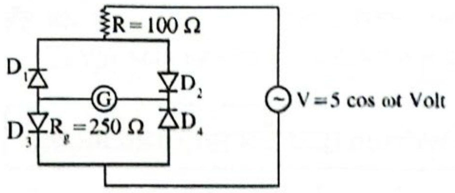

A
220V
6V
D₁
C
D₂
F
D₄
D₃
Rʟ
V₀
B
D
Input
Output

(ii) D_2 ও D_4 ডায়োডকে খুলে নিলে আউটপুট ভোল্টেজ কেমন হবে তা চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।
[Ans: অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ন্যায় আচরণ করবে]

17. একটি কমন এমিটার বিবর্ধক সার্কিট যা, n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করে নির্মিত, চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে। যার DC Current Gain, $\beta = 250; R_C = 1\ k\Omega, V_{CC} = 10V$। Saturation State-এ ন্যূনতম Base Current কত? [Ans: 40 μA]

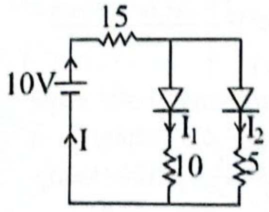


19. নিচের চিত্র অনুযায়ী চারটি ডায়োড, একটি রোধ ও একটি গ্যালভানোমিটার সংযোগ দেওয়া হলো।


R = 100 Ω
D₁
D₂
G
V = 5 cos ωt Volt
D₃
Rg = 250 Ω
D₄

(a) বর্তনীর সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ i_{max} =? [Ans: 0.0142 A]
(b) গ্যালভানোমিটার কীভাবে DC ভোল্টমিটার হিসেবে কাজ করে চিত্র থেকে ব্যাখ্যা কর।

20.


15
10V
I
I₁
I₂
10
5

বর্তনীর প্রতি শাখায় প্রবাহমাত্রা I, I_1, I_2 নির্ণয় কর। [উভয় ডায়োডই সিলিকন ডায়োড]
[Advanced] [কনসেপ্ট বুক T-01]
[Ans: $I_1 = 0.169$ A, $I_2 = 0.338$ A, $I = 0.507$ A]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (c);** $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{3\text{mA}}{0.015\text{ mA}} = 200$

$\therefore A_V = \beta \times \frac{R_L}{R_{in}} = 200 \times \frac{4000}{760} = 1052.6 \approx 1052$

02. **Sol^n: (b);** $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{96}{97}$

এখন, $\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{96}{97}$

$\Rightarrow I_C = \frac{96}{97} \times 7.2 = 7.126\text{ mA}$

03. **Sol^n: (c);** $(1000)_x = (1 \times x^3) + (0 \times x^2) + (0 \times x^1) + (0 \times x^0)$
$= x^3 + 0 + 0 + 0 = x^3$

04. **Sol^n: (c);** $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.2V}{0.3A} = 0.667\Omega$

05. **Sol^n: (d);** $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_E - I_C} = \frac{47}{50-47} = \frac{47}{3} = 15.67$

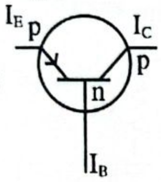
06. **Sol^n: (a);** $(0.042)_7 = \left(0 + 0 \times \frac{1}{7} + \frac{4}{7^2} + \frac{2}{7^3}\right)_{10}$
$= (0.087463556)_{10} = (0.0305204)_6$

15. **Sol^n: (d);** $I_E = I_B + I_C$

$\Rightarrow I_C = I_E - I_B = (0.88 - 0.065) = 0.815\text{ mA}$

$\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.815}{0.88} = 0.926$

16. **Sol^n: (a);**



18. **Sol^n: (b);** লজিক গেইট আউটপুট → $(A + B) \cdot C$

$Y = 1$ হতে হলে, A অথবা B এর যেকোনো একটি 1 হতে হবে এবং C কে অবশ্যই 1 হতে হবে।

20. **Sol^n: (b);** ডায়োডটি বিমুখী বায়াসে থাকায় এটি একটি Open circuit/খোলা বর্তনী হিসেবে কাজ করবে, তখন এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে ব্যাটারীর ভোল্টোজের সমান 10V।

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol^n: (i)** $E = \frac{V}{d} = \frac{0.5}{5\times10^{-7}} = 1 \times 10^6\text{ NC}^{-1}$ **(Ans.)**

(ii) প্রারম্ভিক গতিশক্তি $\frac{1}{2}mv_1^2$ হতে ডিপ্লেশন লেয়ার পার হতে eV পরিমাণ শক্তি খরচ হবে। তারপর v_2 বেগে বের হলে,

$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 - eV$

$\Rightarrow v_2^2 = v_1^2 - \frac{2eV}{m} = (6 \times 10^5)^2 - \frac{2\times1.6\times10^{-19}\times0.5}{9.1\times10^{-31}}$

$\therefore v_2 = 429157\text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

02. **Sol^n:** $\Delta I_B = 22\text{mA} - 8\text{mA} = 14\text{mA}$

$\Rightarrow \Delta I_E = 16\text{mA} \Rightarrow \Delta I_C = \Delta I_E - \Delta I_B = 2\text{mA}$

$\therefore$ প্রবাহ বিবর্ধন গুণাঙ্ক, $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = \frac{2}{16} = 0.125$ **(Ans.)**

03. **Sol^n:** $\alpha = 0.996$ এবং $I_C = 8\text{ mA}$

$\therefore I_E = \frac{I_C}{\alpha} = 8.032\text{ mA}$ **(Ans.)**

$\therefore I_B = I_E - I_C = 0.032\text{ mA} = 32\text{ μA}$ **(Ans.)**

$\therefore$ প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.996}{1-0.996} = 249$ **(Ans.)**

04. **Sol^n:** $I_C = \frac{0.5\text{ V}}{1\times10^3\,\Omega} = 0.5\text{ mA}$ এবং $\beta = 49$

$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1} = \frac{49}{49+1} = \frac{49}{50} = 0.98$ **(Ans.)**

$\therefore$ নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{0.5\text{ mA}}{0.98} = 0.51\text{ mA}$ **(Ans.)**

05. **Sol^n:** $I_C = \frac{V_L}{R_L} = \frac{0.8\text{ V}}{800\,\Omega} = 1 \times 10^{-3}\text{ A} = 1\text{ mA}$

$I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{26}{25}\text{ mA}$

$I_B = I_E - I_C = \left(\frac{26}{25} - 1\right)\text{mA} = \frac{1}{25}\text{mA} = 0.04\text{ mA}$ **(Ans.)**

$\beta = \frac{I_C}{I_B} = 25$

$\therefore$ ভোল্টেজ বিবর্ধন, $A_V = \beta \times \frac{R_L}{R_{in}} = 25 \times \frac{800}{200} = 100$ **(Ans.)**

ক্ষমতা বিবর্ধন, $A_P = \beta^2 \times \frac{R_L}{R_{in}} = (25)^2 \times \frac{800}{200} = 2500$ **(Ans.)**

আবার, $V_{CC} = V_L + V_{CE} \Rightarrow V_{CE} = (8 - 0.8) = 7.2\text{ V}$ **(Ans.)**

06. **Sol^n: (i)** $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.05}{0.105} = 19.524$ **(Ans.)**

$I_E = I_C + I_B = 2.155\text{ mA}$ **(Ans.)**

$\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.05}{2.155} = 0.9513$ **(Ans.)**

(ii) $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{0.65\text{ mA}}{0.027\text{ mA}} = 24.1$ **(Ans.)**

07. **Sol^n:** বুলিয়ান সম্পর্ক: $Y = AB + \bar{A}\bar{B}$

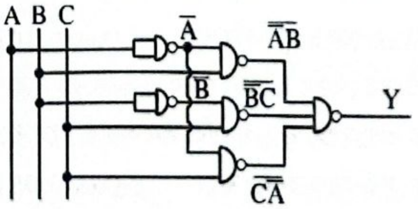
A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	AB	$\bar{A}\bar{B}$	Y
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1

08. **Sol^n: (i)** প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{3}{40\times10^{-3}} = 75$ **(Ans.)**

(ii) অন্তর্গামী রোধ, $R_{in} = \frac{\Delta V_{in}}{\Delta I_B} = \frac{20}{40\times10^{-3}} = 500\,\Omega$ **(Ans.)**

(iii) ভোল্টেজ লাভ, $A_V = \beta \times \frac{R_L}{R_{in}} = 75 \times \frac{5000}{500} = 750$ **(Ans.**

09. **Sol^n:** $Y = \bar{A}B + \bar{B}C + C\bar{A} = \overline{\overline{\bar{A}B + \bar{B}C + C\bar{A}}} = \overline{\overline{\bar{A}B} \cdot \overline{\bar{B}C} \cdot C$



10. **Sol^n:** $i_b = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{5\times10^{-3}}{1000} = 5 \times 10^{-6}\text{ A}$ **(Ans.)**

$i_c = \beta \times i_b = 50 \times 5 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-4}\text{ A}$ **(Ans.)**

$V_0 = i_c \times R_L = 2.5 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^3 = 1.25\text{ V}$ **(Ans.)**

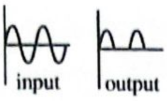
[এখানে, $R_L = R = 5\text{ k}\Omega$]

$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1} = \frac{50}{51} = 0.9804$

$A_P = \beta^2 \times \frac{R_L}{R_{in}} = 50^2 \times 5 = 12500$ **(Ans.)**

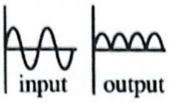
11. **Sol^n:** $I = \frac{E - V_d}{R} = \frac{3-0.8}{1000} = 2.2\text{ mA}$ **(Ans.)**

12. **Sol^n:** অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণে:



$f_{out} = f_{in} = 50$ Hz **(Ans.)**

পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকরণে:



$f_{out} = 2 \times f_{in} = 100$ Hz ∴ একই থাকে না। **(Ans.)**

13. **Sol^n: (i)** আমরা জানি, $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

$\therefore I_C = \alpha \times I_E = 0.98 \times 5.1 \text{ mA} = 4.998 \text{ mA}$

আবার, $I_E = I_B + I_C$

$\Rightarrow I_B = I_E - I_C = (5.1 - 4.998)\text{mA} = 0.102 \text{ mA}$ **(Ans.)**

(ii) $\alpha = 0.99$ করতে হলে,

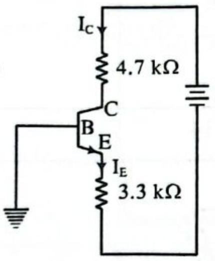
$I_C = \alpha \times I_E = 0.99 \times 5.1\text{mA} = 5.049\text{mA}$

কিন্তু যখন, $\alpha = 0.98$ ছিল তখন I_C এর মান ছিল 4.998mA.

∴ সংগ্রাহক কারেন্টের পরিবর্তন (বাড়াতে হবে)

$= 5.049 - 4.998 = 0.051$ mA **(Ans.)**

14. **Sol^n: (i)**



$I_B = 0$ হলে, Transistor (BJT) টি Cut-off Mode-এ থাকে। এক্ষেত্রে, $I_C = 0$ হবে। **(Ans.)**

(ii) 'a' হতে, $I_B = I_C = 0$ হওয়ার জন্য, $I_E = 0$ হবে।

[∵ Cut-off mode]

এখন, Emitter-Collector loop-এ KVL apply করে পাই,

$-10 + (0 \times 4.7) + V_{CE} + (0 \times 3.3) = 0$

$\therefore V_{CE} = 10$ V **(Ans.)**

15. **Sol^n:** এখানে, দুইটি Si Diode-ই সম্মুখী ঝোঁকে আছে। যেহেতু এদের দুইটি সাধারণ বিন্দু আছে, তাই বিভব পতন সমান ধরতে হবে। অর্থাৎ, বিভব পতন হবে 0.7 V।

সুতরাং, কার্যকর বিভব পার্থক্য = (10.7 − 0.7) = 10 V

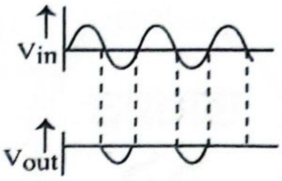
∴ প্রবাহ মাত্রা, $I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2000} = 5 \times 10^{-3}\text{A} = 5$ mA **(Ans.)**

16. **Sol^n:**

(ii) D_2 ও D_4 ডায়োড খুলে দিলে A প্রান্ত যখন ধনাত্মক হবে তখন D_1 ও D_3 ডায়োডদ্বয় বিপরীত বায়াসে থাকায় এদের মধ্য দিয়ে কোনো প্রবাহ যাবে না। কিন্তু D_2 ও D_4 খোলা থাকায় CE ও FD শাখার মধ্য দিয়েও তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

ফলে A ধনাত্মক হলে ইনপুটের ঐ অর্ধাংশের জন্য আউটপুট হবে শূন্য। কিন্তু B যখন ধনাত্মক হবে তখন D_3 ও D_1 ডায়োডদ্বয় সম্মুখী বায়াসে থাকায় এদের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলবে। ফলে ইনপুটের ঐ অর্ধাংশের জন্য আউটপুট সাইন তরঙ্গের ন্যায় হবে।

নিচের চিত্রের সাহায্যে দেখানো হল:



অর্থাৎ, D_2 ও D_4 খুলে দিলে বর্তনীটি অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ন্যায় আচরণ করবে।

17. **Sol^n:** Saturation এর জন্য, $I_{C_1} \to \text{max}. V_{CE} \to \text{min}$ $(V_{CE} = 0 \text{ V})$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \Rightarrow 0 = V_C - I_C R_C$

$\Rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{10}{1}\text{mA} = 10 \text{ mA}$

$\therefore I_B = \frac{I_C}{\beta} = 40\ \mu\text{A}$ **(Ans.)**

19. **Sol^n: (a)** এখানে, $V = 5 \cos \omega t$ Volt ……………(i)

$V = V_{max} \cos \omega t$ Volt …………(ii)

$\therefore V_{max} = 5$ Volt আবার, $R = 100\ \Omega$ এবং $R_g = 250\ \Omega$ শ্রেণিতে যুক্ত।

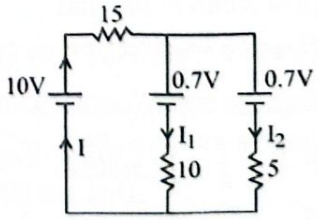
∴ মোট রোধ, $R_s = 100 + 250 = 350\ \Omega$

$\therefore i_{max} = \frac{V_{max}}{R_s} = \frac{5}{350} = 0.0142$ A

(b) চিত্রে ব্রিজ রেকটিফায়ার বর্তনী দেখানো হয়েছে। যখন ইনপুট $V = 5 \cos \omega t$ Volt প্রয়োগ করা হয় তখন ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য D_2 ও D_3 ডায়োড সম্মুখ ঝোঁক প্রাপ্ত হয়। আর D_4, D_1 ডায়োড বিপরীত ঝোঁক প্রাপ্ত হয়। আবার ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য D_4, D_1 সম্মুখ ঝোঁক প্রাপ্ত হয় আর D_2 ও D_3 বিপরীত ঝোঁক প্রাপ্ত হয়। যখন D_2, D_3 এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তখন গ্যালভানোমিটারের কাঁটা একদিকে বিক্ষেপ দেয়। কিন্তু বর্তনীর মধ্যে ডিসি/এসি উভয় উপাদান বিদ্যমান। যেহেতু গ্যালভানোমিটার এর মধ্যে শুধু একদিকে বিক্ষেপ দেয় তাই এটি DC ভোল্টমিটার হিসেবে কাজ করে।

20. **Sol^n:** লক্ষ করো, এবার কিন্তু দুটি Diode-ই সম্মুখী ঝোঁকে আছে, এবং দুটি Diode-ই Silicon Diode । সুতরাং, দুটি Diode-ই On থাকবে। অর্থাৎ, Circuit টি নিম্নরূপে Redraw করা যাবে। যেহেতু, একাধিক voltage source ও Resistance আছে, সেহেতু, KCl ও KVL প্রয়োগ করা যায়। চিত্র হতে, $I = I_1 + I_2$

বামপাশের ছোট লুপ হতে, $15I + 10I_1 = 9.3$ or, $25I_1 + 15I_2 = 9.3$ …… (i)



আবার, ডান পাশের ছোট লুপ হতে, $10I_1 - 5I_2 = 0$

or, $10I_1 = 5I_2$ ∴ $I_2 = 2I_1$

সুতরাং, $I_2 = 2I_1$ (i) নং এ বসিয়ে পাই, $55I_1 = 9.3$

$\therefore I_1 = \frac{9.3}{55} = 0.169$Amp

সুতরাং, $I_2 = 2I_1 = 0.338$Amp

এবং $I = I_1 + I_2 = (0.169 + 0.338)$Amp

$\therefore I = 0.507$Amp

অধ্যায় ১১

জ্যোতির্বিজ্ঞান

টপিক অ্যানালাইসিস

➤ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	যতবার এসেছে		যেসব ভর্তি পরীক্ষায় প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written	MCQ	Written
✪✪	**T-01: মহাবিশ্বের সৃষ্টি, সম্প্রসারণ ও হাবল বিধি**	01	-	IUT'20-21	-
✪✪	**T-02: মহাবিশ্বের মূল বস্তু, সৌর ঔজ্জ্বল্য ও কৃষ্ণগহ্বর**	05	-	KUET'18-19; CUET'15-16; CKRUET'20-21; BUTEX'16-17; SUST'25-26	-
✪✪	**T-03: বিবিধ**	04	-	BUTEX'15-16, 14-15, 13-14	-

T-01: মহাবিশ্বের সৃষ্টি, সম্প্রসারণ ও হাবল বিধি

কনসেপ্ট রিভিউ

(i) জ্যোতির্বিদ্যায় বড় দূরত্ব পরিমাপ করার জন্য দূরত্বের একক হিসাবে Parsec (symbol: pc) একক ব্যবহার করা হয়।

1AU দূরত্বে 1 arcsecond কোণ উৎপন্নকারী দূরত্বকে এক parsec বলে।

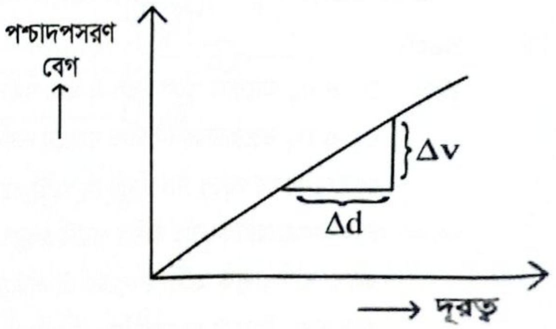
1 parsec = 3.26 আলোকবর্ষ = 3.26×1 আলোকবর্ষ = 3.26 × আলো এক বছরে যে দূরত্ব অতিক্রম করে

$= 3.26 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 3 \times 10^8 \text{m}$

$\Rightarrow 1 \text{ pc} = 3.086 \times 10^{16} \text{m} = 3.086 \times 10^{13} \text{ km}$

$1 \text{ Mpc} = 3.086 \times 10^{19} \text{ km}$

(ii) গ্যালাক্সিগুলোর পশ্চাদপসরণ বনাম দূরত্ব লেখচিত্র নিচের মত হয়-



এই লেখচিত্রের ঢাল $= \frac{v}{d}$ এবং এই ঢালই হল হাবল ধ্রুবক H.

তাহলে, $H = \frac{v}{d} \Rightarrow \boxed{v = H \times d}$ → যা হাবলের সূত্র।

এখানে,

v = পশ্চাদপসরণ বেগ (recessional velocity)

d = গ্যালাক্সির দূরত্ব

H = হাবলের ধ্রুবক

এই ধ্রুবকের মান প্রকৃতপক্ষে 50 থেকে $100 \text{kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$ এর ভেতর অবস্থান করে।

তবে বর্তমানে গৃহীত গড়মান $55 \text{kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$.

(iii) সংকট ঘনত্ব, $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$ [H = হাবল ধ্রুবক, G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $= 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}]

(iv) মহাবিশ্বের ঘনত্ব প্যারামিটার, $\Omega = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{8\pi G\rho}{3H^2}$

যেখানে, ρ = মহাবিশ্বের গড় ঘনত্ব

ρ_c = মহাবিশ্বের ক্রান্তি ঘনত্ব/সংকট ঘনত্ব

$\Omega = 1 \Rightarrow$ সমতল মহাবিশ্ব

$\Omega < 1 \Rightarrow$ উন্মুক্ত মহাবিশ্ব

$\Omega > 1 \Rightarrow$ আবদ্ধ মহাবিশ্ব

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. It is evident from the incoming light rays from a quasar that the quasar is receding at the speed of 2.7×10^8 ms^{-1}. Calculate the distance of the quasar from the earth [$H = 72kms^{-1}$ / Mpc]. একটি কোয়াসার থেকে আগত আলোক রশ্মি থেকে দেখা যায় যে, কোয়াসারটি 2.7×10^8 ms^{-1} বেগে অপসরণ করছে। পৃথিবী থেকে কোয়াসারটির দূরত্ব নির্ণয় কর [$H = 72kms^{-1}$ / MPc]। **[IUT'20-21]**

(a) 1.16×10^{24} m (b) 1.16×10^{25} m (c) 1.16×10^{26} m (d) 1.16×10^{27} m ©

Solⁿ: হাবলের সূত্র অনুযায়ী, $v = Hd \Rightarrow d = \frac{v}{H} = \frac{2.7\times10^8ms^{-1}}{72\ kms^{-1}/MPc} = \frac{2.7\times10^8ms^{-1}\times MPc}{72kms^{-1}} = \frac{2.7\times10^8ms^{-1}\times3.0857\times10^{19}km}{72\ kms^{-1}}$

$= 1.16 \times 10^{26}$ m [$\because 1Mpc = 3.0857 \times 10^{19}km$]

T-02: মহাবিশ্বের মূল বস্তু, সৌর ঔজ্জ্বল্য ও কৃষ্ণগহ্বর

কনসেপ্ট রিভিউ

(i) সৌর ঔজ্জ্বল্য, $L_s = 4\pi R^2 \times s$

যেখানে, R = সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব

s = প্রতি সেকেন্ডে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে পতিত শক্তি = সৌর ধ্রুবক $= 1.38 \times 10^3$ Wm^{-2}

(ii) শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

যেখানে, M = নক্ষত্রের ভর

c = আলোর বেগের মান

R_s কে অনেক ক্ষেত্রে ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, সংকট ব্যাসার্ধ কৃষ্ণবিবরের ব্যাসার্ধও বলা হয়।

MCQ Shortcut: $R_s = \frac{\text{নক্ষত্রের ভর}}{\text{সৌরভর}} \times 2.96$ km

সৌরভর $= 1.989 \times 10^{30}$ kg

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. একটি 9×10^{45} kg ভরের কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ কত? **[SUST'25-26]**

(a) 1.334×10^{19} m (b) 2.68×10^{20} m
(c) 1.34×10^{20} m (d) 3.34×10^{16} m ⓐ

Solⁿ: $R_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times9\times10^{45}}{(3\times10^8)^2}$

$= 1.3346 \times 10^{19}$ m

02. 4.50×10^{30}kg ভরের একটি নক্ষত্র কৃষ্ণগহ্বরে পরিণত হলে এর ব্যাসার্ধ কত হবে? **[CKRUET'20-21; BUTEX'16-17]**

(a) 4.5 km (b) 6.67 km (c) 8.5 km
(d) 8 km (e) None of them ⓑ

Solⁿ: $R_S = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times4.5\times10^{30}}{9\times10^{16}}$ m

$= 6673m = 6.67$ km

03. একটি কৃষ্ণ গহবরের ঘটনা দিগন্ত 6.9km, উহার ঘনত্ব কত? [$G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$] **[KUET'18-19]**

(a) $4.6 \times 10^{18} kg.m^{-3}$ (b) $4.66 \times 10^{18} kg.m^{-3}$

(c) $5.1 \times 10^{21} g.cm^{-3}$ (d) $3.38 \times 10^{18} kg.m^{-3}$

(e) $4.2 \times 10^{21} gcm^{-3}$ ⓓ

Sol^n^: $R_S = \frac{2GM}{c^2}$

$$\Rightarrow M = \frac{R_S C^2}{2G} = \frac{6.9 \times 10^3 \times 9 \times 10^{16}}{2 \times 6.673 \times 10^{-11}} = 4.653 \times 10^{30} kg$$

$$\therefore \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{4.653 \times 10^{30}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (6.9 \times 10^3)^3}$$

$$= 3.38 \times 10^{18} kgm^{-3}$$

04. একটি নক্ষত্রের ভর সূর্যের ভরের 4 গুণ। নক্ষত্রটি যদি কৃষ্ণবিবরে রূপান্তরিত হয় তবে এর শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ কত হবে? [ধর, সূর্যের ভর = 2×10^{30}kg] **[CUET'15-16]**

(a) 11.85 km (b) 11.85 m

(c) 11.85×10^3 km (d) 1185km ⓐ

Sol^n^: $R_S = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 4 \times 2 \times 10^{30}}{9 \times 10^{16}}$

$= 11.85$ km

T-03: বিবিধ

কনসেপ্ট রিভিউ

(i) **চন্দ্রশেখর সীমা:** সৌরভরের 1.4 গুণ ভরকে চন্দ্রশেখর সীমা (Chandrasekhar limit) বলে।

(ii) **টোলম্যান-ওপেনহাইমার-ভলকফ সীমা:** সৌরভরের 1.5 থেকে 3 গুণ ভরকে টোলম্যান-ওপেনহাইমার-ভলকফ সীমা (Tllman-Openhicmer-Volkoff বা, TOV limit) বলে।

(iii) নক্ষত্র হতে নির্গত আলোক তরঙ্গের ক্ষেত্রে, λT = ধ্রুবক; যেখানে T = নক্ষত্রটির তাপমাত্রা।

(iv) ডপলার ইফেক্ট অনুযায়ী, যেসব গ্যালাক্সি মিল্কিওয়ে থেকে দূরে সরে যাচ্ছে, সেসব গ্যালাক্সিকে লাল এবং যেসব গ্যালক্সি মিল্কিওয়ের দিকে এগিয়ে আসছে, সেসব গ্যালাক্সিকে নীল দেখায়।

(v) **হকিং বিকিরণ:** কোয়ান্টাম তত্ত্বকে বিবেচনায় এনে স্টিফেন হকিং দেখান যে, কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের কিনারা থেকে খুব সামান্য বিকিরণ ঘটবে। এ বিকিরণকে হকিং বিকিরণ (Hawking Radiation) বলে। এ বিকিরণের ফলে কৃষ্ণবিবর ক্রমশ ভর হারাতে থাকবে এবং সম্পূর্ণ ভর নিঃশেষ না হওয়া পর্যন্ত হকিং বিকিরণ অব্যাহত থাকবে।

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

বিগত ভর্তি পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন-সলভ

01. সূর্যের ভর M_0 হলে চন্দ্র শেখর সীমা কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) $1.2 M_0$ (b) $1.4 M_0$

(c) $3 M_0$ (d) $3.4 M_0$ ⓑ

02. নিচের কোনটির ঘনত্ব সবচেয়ে বেশি? **[BUTEX'14-15]**

(a) পৃথিবী (b) সূর্য

(c) তারকা (d) কৃষ্ণবিবর ⓓ

03. একটি তারার বর্ণ নির্দেশ করে তার- **[BUTEX'14-15]**

(a) ওজন (b) আকার

(c) দূরত্ব (d) তাপমাত্রা ⓓ

Sol^n^: λT = constant; আর λ এর উপর বর্ণ নির্ভর করে।

04. মহাকাশে তারকার বিস্ফোরণকে কী বলে?**[BUTEX'13-14]**

(a) মেডিনোভা (b) সুপারনোভা

(c) বাস্টনোভা (d) ব্ল্যাকনোভ ⓑ

প্র্যাকটিস প্রবলেম

প্রথমে নিজে চেষ্টা করো; অতঃপর উত্তরের সাথে মিলিয়ে নাও।

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. একটি গ্রহাণুর কক্ষপথে অর্ধবৃত্তাকার দৈর্ঘ্য 3.5 জ্যোতির্বিদ্যার একক। এর আবর্তনকাল কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 6.55 yr (b) 7.73 yr (c) 6.83 yr (d) 8.20 yr

02. যদি NGC 4472 গ্যালাক্সি পৃথিবী হতে $770\ \mathrm{km/s}$ দ্রুতিতে পশ্চাদপসারণ করে তবে পৃথিবী হতে গ্যালাক্সিটির দূরত্ব নির্ণয় কর। [এখানে $H = 71\ (\mathrm{kms^{-1}})/\mathrm{MPc}$] [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 10 MPc (b) 11 MPc (c) 12 MPc (d) 13 MPc

03. একটি তারকার ভর $6M_0$। তারকাটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হলে এর শোয়ার্জশিল্ড বা সংকট ব্যাসার্ধ কত হবে? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 18 km (b) 21 km (c) 23 km (d) none

04. দুটি কৃষ্ণ বস্তুর ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 27 km ও 9 km হলে, এদের ভরের তুলনা কর। [ইস্‌হাক স্যার]
(a) 1:3 (b) 1:9
(c) 3:1 (d) 9:1

05. একটি কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 11.9 km। এর ভর কত? [ইস্‌হাক স্যার]
(a) $2M_0$ (b) $3M_0$ (c) $4M_0$ (d) $6M_0$

06. নিউট্রন তারকা সংকুচিত হয়ে পরিণত হয়- [ইস্‌হাক স্যার]
(a) সুপারনোভা (b) কৃষ্ণবস্তু (c) পালসার (d) ব্ল্যাক হোল

07. নক্ষত্রের জন্ম হয়- [ইস্‌হাক স্যার]
(i) মহাকর্ষ বলের প্রভাবে ধূলিমেঘের সংকোচনের ফলে
(ii) তাপ নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়ার ফলে
(iii) বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গমনের ফলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

08. হাবল সূত্র অনুযায়ী- [ইস্‌হাক স্যার]
(a) $H = \upsilon d$ (b) $\upsilon = Hd$
(c) $\upsilon = Hd^2$ (d) $H = \upsilon d^2$

09. তিনটি কৃষ্ণ বিবরের ঘটনাদিগন্ত যথাক্রমে 42km, 21km এবং 7 km । এদের ভরের অনুপাত কত? [তপন স্যার]
(a) 1 : 3 : 6 (b) 6 : 3 : 1
(c) 6 : 4 : 1 (d) 1 : 2 : 6

10. একটি নক্ষত্রের ভর $7.96 \times 10^{30}\mathrm{kg}$। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11}\mathrm{Nm^2kg^{-2}}$ এবং আলোর বেগ $3 \times 10^8 \mathrm{ms^{-1}}$। নক্ষত্রটির শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ কত? [তপন স্যার]
(a) $5.9 \times 10^3\mathrm{m}$ (b) $11.8 \times 10^3\mathrm{m}$
(c) $1.2 \times 10^{12}\mathrm{m}$ (d) $4.1 \times 10^{15}\mathrm{m}$

MCQ উত্তরমালা

01. a	02. b	03. a	04. c	05. c
06. d	07. d	08. b	09. b	10. b

Written প্র্যাকটিস প্রবলেম

01. সৌর ধ্রুবকের মান $s = 1.38 \times 10^3\ \mathrm{Wm^{-2}}$ এবং সূর্য হতে পৃথিবীর গড় দূরত্ব 1.5×10^8 km। প্রতি বছর সূর্যের ভরের গড় হ্রাসের হার নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]
[Ans: 1.3672×10^{17} kg]

02. কোনো কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 5.9 km। এর ভর ও গড় ঘনত্ব নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার]
[Ans: 3.98×10^{30} kg , $4.625 \times 10^{18}\ \mathrm{kgm^{-3}}$]

03. পর্যবেক্ষণ করে দেখা গেল কোনো তারার হাইড্রোজেন বর্ণালি 486.1×10^{-9} m থেকে 485.7×10^{-9} m এ বিচ্যুতি হয়েছে। তারাটি দর্শকের দিকে এগোচ্ছে নাকি দূরে সরে যাচ্ছে? কত বেগে? [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $2.46863 \times 10^5\ \mathrm{ms^{-1}}$]**

04. ভার্গোমণ্ডলের নীহারিকাগুচ্ছ আমাদের গ্যালাক্সি থেকে 7.8×10^7 আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত। হাবল ধ্রুবকের মান $67\mathrm{kms^{-1}/MPc}$ ধরলে ভার্গোমণ্ডল আমাদের থেকে কত বেগে দূরে সরে যাচ্ছে? [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 1603 $\mathrm{kms^{-1}}$]**

05. উরসা মেজর গ্যালাক্সিগুচ্ছ আমাদের গ্যালাক্সি থেকে 10^9 আলোকবর্ষ দূরত্বে অবস্থিত। উরসা মেজর গ্যালাক্সিগুচ্ছ আমাদের নিকট থেকে কত বেগে দূরে সরে যাচ্ছে? ($H = 67\ \mathrm{kms^{-1}/MPc}$) [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: $20.55 \times 10^3\ \mathrm{kms^{-1}}$]**

06. দুটি কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধের অনুপাত 225: 1। প্রথমটির ভর সূর্যের ভরের 5 গুণ হলে দ্বিতীয়টির ভর নির্ণয় কর। [ইস্‌হাক স্যার] **[Ans: 4.44×10^{28}kg]**

07. একটি কৃষ্ণগহ্বরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 2 km, এর ভর ও গড় ঘনত্ব কত? [প্রামাণিক স্যার]
[Ans: 1.349×10^{30}kg, $4 \times 10^{19}\mathrm{kgm^{-3}}$]

08. একটি নক্ষত্রের ভর সূর্যের পাঁচগুণ। নক্ষত্রটি যদি কৃষ্ণবিবরে রূপান্তরিত হয় তবে এ সোয়ার্জস্কাইল্ড বা ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। সূর্যের ভর 2×10^{30}kg ।
[Ans: 14.8 km] [তপন স্যার]

09. সূর্যের ভর 1.99×10^{30}kg। একই ভরের একটি কৃষ্ণবিবরের ব্যাসার্ধ কত হবে? [তপন স্যার] **[Ans: 2.95 km]**

10. একটি গ্রহকে কেন্দ্র করে একই সমতলে আবর্তনরত দুটি কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল যথাক্রমে 6h এবং 24h। প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহটি গ্রহের কেন্দ্র হতে 10000km দূরে অবস্থিত। যখন উপগ্রহদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব সর্বনিম্ন হবে তখন উপগ্রহদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগের মান কত? [Advanced] [কনস্টে বুক T-02]
[Ans: 3930 $\mathrm{kmh^{-1}}$]

প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

MCQ প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Sol**

01. **Solⁿ: (a);** $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{3.5}{1}\right)^{\frac{3}{2}}$

$\Rightarrow T_2 = 1 \times \left(\frac{3.5}{1}\right)^{\frac{3}{2}} = 6.548 \text{ yr} \approx 6.55 \text{ yr}$

02. **Solⁿ: (b);** $d = \frac{v}{H} = \frac{770}{71} \text{MPc} = 10.85 \text{ MPc} \approx 11 \text{ MPc}$

03. **Solⁿ: (a);** $R_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6\times2\times10^{30}}{(3\times10^8)^2}$

$= 17.8 \times 10^3 \text{ m} = 17.8 \text{ km} \approx 18 \text{ km}$

04. **Solⁿ: (c);** $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{2GM_1}{c^2}}{\frac{2GM_2}{c^2}} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{27}{9} = \frac{3}{1}$

05. **Solⁿ: (c);** $R_s = \frac{2GM}{c^2} \Rightarrow M = \frac{R_s c^2}{2G}$

$\Rightarrow M = \frac{11.9\times10^3\times(3\times10^8)^2}{2\times6.673\times10^{-11}} = 8 \times 10^{30} \text{ kg} = 4M_0$

09. **Solⁿ: (b);** $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

$\therefore R_s \propto M \ \therefore M_1 : M_2 : \ M_3 = 42 : 21 : 7 = 6 : 3 : 1$

10. **Solⁿ: (b);** $R_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\times6.67\times10^{-11}\times7.96\times10^{30}}{(3\times10^8)^2}$

$= 11.8 \times 10^3 \text{m}$

Written প্র্যাকটিস প্রবলেমের সমাধান

01. **Solⁿ:** আমরা জানি, $E = \Delta mc^2 \Rightarrow 4\pi R^2 \times s \times t = \Delta mc^2$

$\Rightarrow \Delta m = \frac{4\pi R^2 \times s \times t}{c^2} = \frac{4\pi\times(1.5\times10^{11})^2\times1.38\times10^3\times365\times24\times3600}{(3\times10^8)^2}$

$\therefore \Delta m = 1.3672 \times 10^{17}$ kg **(Ans.)**

02. **Solⁿ:** $R_s = \frac{2GM}{c^2} \Rightarrow M = \frac{c^2 R_s}{2G} \Rightarrow M = \frac{(3\times10^8)^2\times5.9\times10^3}{2\times6.673\times10^{-11}}$

$\therefore M = 3.98 \times 10^{30}$ kg **(Ans.)**

$\therefore \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\times3.98\times10^{30}}{4\pi\times(5.9\times10^3)^3}$

$\therefore \rho = 4.625 \times 10^{18} \text{ kgm}^{-3}$ **(Ans.)**

03. **Solⁿ:** $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \times c = \frac{486.1-485.7}{486.1} \times 3 \times 10^8$

$\therefore v = 246862.8 \text{ ms}^{-1} = 2.46863 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

04. **Solⁿ:** $d = 7.8 \times 10^7 ly = \frac{7.8\times10^7}{3.26\times10^6} \text{MPc} = 23.9264 \text{ M7Pc}$

$H = 67 \text{ kms}^{-1}/\text{MPc}$

$\therefore v = Hd = (67 \times 23.9264) = 1603 \text{ kms}^{-1}$ **(Ans.)**

05. **Solⁿ:** আমরা জানি, $v = Hd = \frac{67 \text{ kms}^{-1}}{10^6\times3.26\text{ly}} \times 10^9 \text{ ly}$

$= 20.55 \times 10^3 \text{ kms}^{-1}$[1 Parsec = 3.26ly]

06. **Solⁿ:** এখানে, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{225}{1}, M_1 = 5 \times M_{sun}$

অতএব, $R = \frac{2GM}{c^2} \therefore \frac{R_2}{R_1} = \frac{M_2}{M_1}$

$\Rightarrow M_2 = \frac{1}{225} \times 5 \times M_{sun} = \frac{M_{sun}}{45}$

$\therefore M_2 = \frac{2\times10^{30}}{45} = 4.44 \times 10^{28}\text{kg}$

07. **Solⁿ:** আমরা জানি, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

$\therefore M = \frac{R_s c^2}{2G}$

$\Rightarrow M = \frac{2\text{km}(3\times10^8\text{ms}^{-1})^2}{2\times6.67\times10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}}$

$= \frac{2\times10^3\text{m}\times9\times10^{16}\times10^{11}}{2\times6.67}$

$= 1.349 \times 10^{30}\text{kg}$ **(Ans.)**

এখানে,
R_s = ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ
$= 2 \text{ km} = 2 \times 10^3\text{m}$
$c = 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$
$G = 6.67 \times 10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$

আবার, $M = \frac{4}{3}\pi R_s^3 \rho$

$\therefore \rho = \frac{3M}{4\pi R_s^3} = \frac{3\times1.349\times10^{30}\text{kg}}{4\times3.14\times(2\times10^3\text{m})^3}$

$= 4 \times 10^{19}\text{kgm}^{-3}$ **(Ans.)**

এখানে,
ρ = ঘনত্ব
$M = 1.349 \times 10^{30}\text{kg}$

08. **Solⁿ:** $R_s = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times5\times2\times10^{30}}{(3\times10^8)^2}$

$\approx \frac{20\times6.7\times10^{19}}{9\times10^{16}} = \frac{134}{9} \times 10^3 = 14.8 \times 10^3\text{m}$

$\therefore R_s = 14.8 \text{ km}$ **(Ans.)**

09. **Solⁿ:** $R_s = \frac{2\,GM}{c^2} = \frac{2\times6.673\times10^{-11}\times1.99\times10^{30}}{(3\times10^8)^2}$

$\approx \frac{4\times6.7\times10^{19}}{9\times10^{16}} = \frac{26.8}{9} \times 10^3$

$= \frac{268}{90} \times 10^3 = 2.95 \times 10^3\text{m}$

$\therefore R_s = 2.95 \text{ km}$ **(Ans.)**

10. **Solⁿ:** কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল, $T = \frac{2\pi r^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$

সুতরাং, ২য় ও ১ম উপগ্রহের জন্য, $\frac{r_2^3}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{T_1^2} = \left(\frac{24}{6}\right)^2$

$\Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 16 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2.5 \therefore r_2 = 2.5 \times r_1 = 2 \times 10^4\text{km};$

আবার, কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ, $v = \frac{2\pi r}{T}$

১ম উপগ্রহের জন্য, $v_1 = \frac{2\pi r_1}{T_1} = \frac{2\times3.14\times10^4\text{km}}{6\text{h}}$

$= 10472 \text{ kmh}^{-1}$

২য় উপগ্রহের জন্য, $v_2 = \frac{2\pi r_2}{T_2} = \frac{2\times3.14\times(2.5\times10^4)\text{km}}{24\text{h}}$

$= 6542 \text{ kmh}^{-1}$

$\therefore$ আপেক্ষিক বেগ, $v_1 - v_2 = (10472 - 6542) \text{ kmh}^{-1}$

$= 3930 \text{ kmh}^{-1}$ **(Ans.)**

ভর্তি পরীক্ষা ২০২৫-২৬

BUET

প্রথম ৫০ এ ৫০ জনসহ

মূল ১৩০৯ আসনের মধ্যে এখন পর্যন্ত
উদ্ভাস থেকে চান্স পেয়েছে

১২৮০+

তোমার কলেজ থেকে বুয়েট-এ
চান্সপ্রাপ্ত উদ্ভাসিয়ানদের মেধাস্থানসহ
বিস্তারিত দেখতে QR কোডটি স্ক্যান করো

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

ভর্তি চলছে...
09666775566
www.udvash.com

উদ্ভাসিত আলোর মাঝে
দেখো তোমার মুখ;
জীবন মানে সংগ্রাম
আর বিজয় মানে সুখ।

দেশব্যাপী ৬৪ জেলায়
উদ্ভাস-এর শাখাসমূহের ঠিকানা দেখতে
QR কোডটি স্ক্যান করো

উদ্ভাস-উন্মেষ এর
App ডাউনলোড করতে
QR কোডটি স্ক্যান করো

অনলাইনে ভর্তির জন্য ভিজিট করো অথবা ফোন করো

www.udvash.com ☎ 09666775566